EDICIONES GAISA, S. L. VALENCIA

MI ENCICLOPEDIA

INVENCIONES Y DESCUBRIMIENTOS Vol. I







MI ENCICLOPEDIA

INVENCIONES Y DESCUBRIMIENTOS

VOLUMEN PRIMERO

SUMARIO

EDICIONES GAISA, S. L.
JORGE JUAN, 28 - VALENCIA
ESPAÑA

MI ENCICLOPEDIA

PLAN DE LA OBRA

Dirección y compaginación: Annita Biasi Conte y Livio Biasi

Texto: Kierek Giovanni y Duranti Dea

Adaptación y traducción: Juan-Miguel Romá

Ilustraciones: Russo Mario y Russo Fernando

por: EDICIONES GAISA, S. L.

Jorge Juan, 28 — Valencia (España)

Impreso en Italia

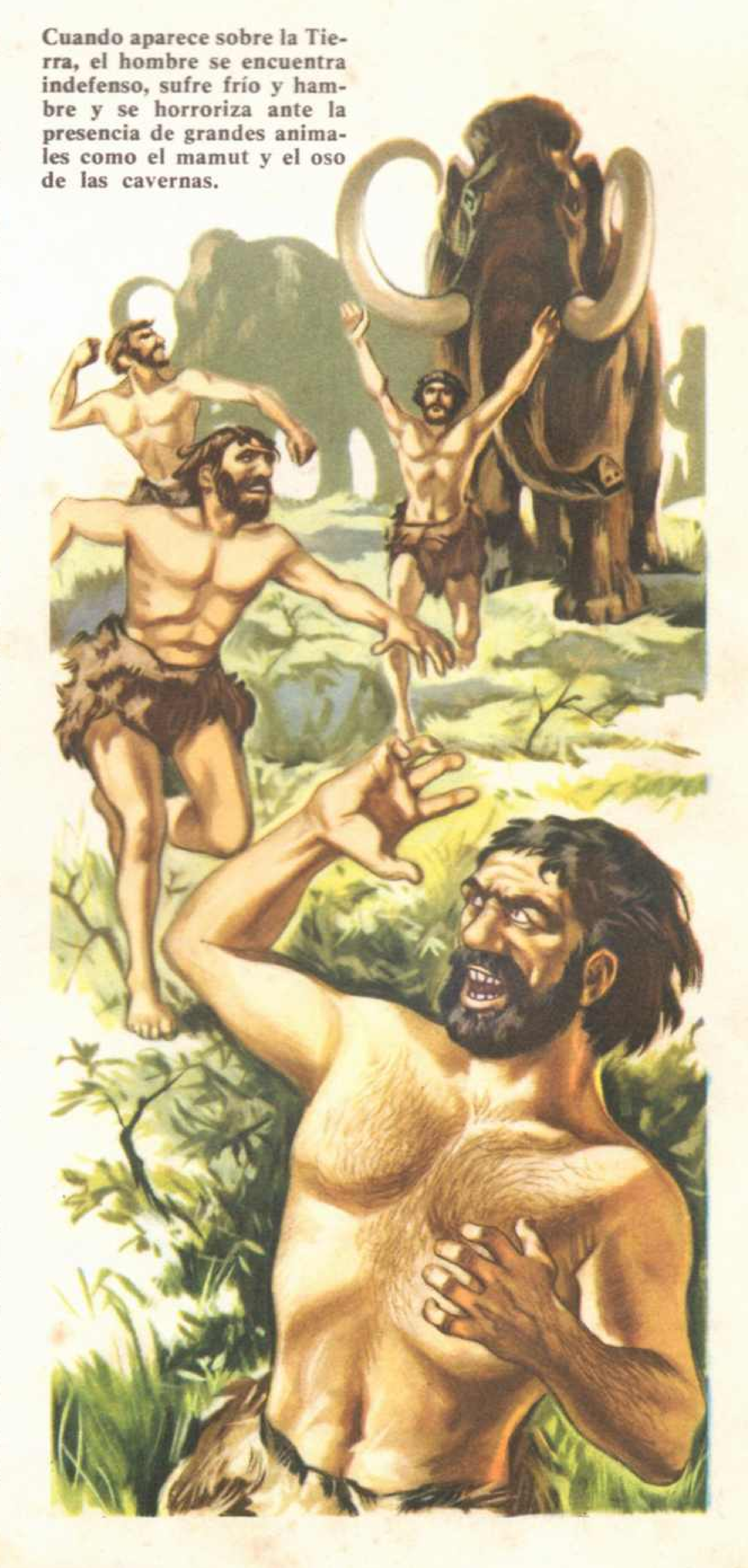
UTENSILIOS DE LA PREHISTORIA

El hombre se encontraba perdido en un mundo misterioso

A los primeros hombres que aparecieron sobre la Tierra el mundo les parecía misterioso y hostil. Resguardados por las rocas, en el fondo de las cavernas, oían, desorientados, el retumbar de los truenos, el fragor de las cascadas, el alarido de los animales salvajes, y para sus mentes ignorantes todo era motivo de estupor y de terror invencible. Por todas partes les rodeaban mil peligros el frío, el calor, la sequía, los aluviones, y las convulsiones de la Tierra todavía en formación. Si intentaban acampar sobre las montañas, para huir de las inundaciones y de los torrentes impetuosos, a menudo debían abandonarlas porque de ellas fluía el fuego de los volcanes, el suelo en el que posaban su planta, a menudo temblaba sacudido por los terremotos.

En esta naturaleza salvaje y llena de peligros debían, para nutrirse, ir en busca de agua, de yerbas, de semillas comestibles, de frutas y de caza. Y ello significaba tener que hacer frente a las fieras que poblaban los llanos y los bosques, los mamuts, más grandes que cualquier elefante, los osos, los tigres, y hasta correr el riesgo de perderse y quedar separados de sus compañeros.

Parece mentira que el hombre haya podido sobrevivir, en su desesperada lucha por la existencia, a tantas dificultades. Y lo consiguió porque no era aquel ser indefenso y desarmado que parecía a primera vista posería la fuerza de sus músculos, la habilidad de sus manos y la potencia de sus sentidos, y tenía, sobre todo, la ayuda inestimable de su inteligencia.



Cuando aparece sobre la Tierra, el hombre se encuentra indefenso, sufre frío y hambre y se horroriza ante la presencia de grandes animales como el mamut y el oso de las cavernas.

En aquella lejana época el hombre ejecutaba los trabajos necesarios para subsistir con la fuerza de sus músculos, y su primer éxito consistió en emplear los músculos del modo más eficaz. En cuanto a los materiales y a los instrumentos, tenía aquellos que la naturaleza le ofrecía: piedras, barro, troncos de árboles y huesos y pieles de los animales, que ellos usaban tal como los encontraban, sin modificarlos.

Debían de pasar centenares de años antes de que el hombre aprendiese a fabricar objetos, dándoles forma para sus diferentes usos.

Así, recogía el agua en el cráneo vacío de un animal, y se servía, como arma, de una rama desgajada o de la quijada de un oso.

Lo que le rodeaba no hablaba todavía a



Las fuerzas de la naturaleza constituyeron para los primeros hombres fenómenos misteriosos. El viento, las nubes, los temporales y las cascadas les causaban terror. Por ello buscaban refugio y seguridad en las cavernas y en las oquedades de las rocas.

su inteligencia: las cascadas, que arrastraban las piedras hacia los valles, no le sugerían la idea de su fuerza; los troncos flotantes no le hacían pensar que podían ser un medio para cruzar el río; las briznas de hierba que despuntaban sobre la tierra, no le descubrían que un puñado de esa tierra podía dar la vida. Sin embargo, todas aquellas cosas las veía, las anotaba inconscientemente en su cerebro. Y pasaron miles de años. hasta que comprendió que la naturaleza le ofrecía la posibilidad de flotar en el agua, la energía de las cascadas, la fuerza del viento, la potencia del fuego.

Este libro mostrará cómo el hombre comenzó a explotar estas fuerzas, a realizar descubrimientos y a efectuar invenciones, para hacer su vida más cómoda y civilizada.



Los hombres primitivos se alimentaban casi exclusivamente de frutos silvestres, tubérculos, bayas y raíces que encontraban cerca de sus refugios. Saciaban su sed bebiendo en el cuenco de las manos o en el cráneo de los animales.

Después el hombre primitivo sale de las cavernas y empieza a vivir al aire libre. Construye chozas junto a los bosques y ríos, inventa los primeros utensilios: El hacha con la cual derriba los árboles, el cuchillo de silex con el que separa las pieles de los animales cazados, que después utiliza para cubrirse.



Aquellos hombres comprendieron que los ríos y los lagos podían ofrecerles otros medios de subsistencia, y construyeron casas con ramas de tilos, y arpones para capturar los peces.

El hombre usa la fuerza muscular

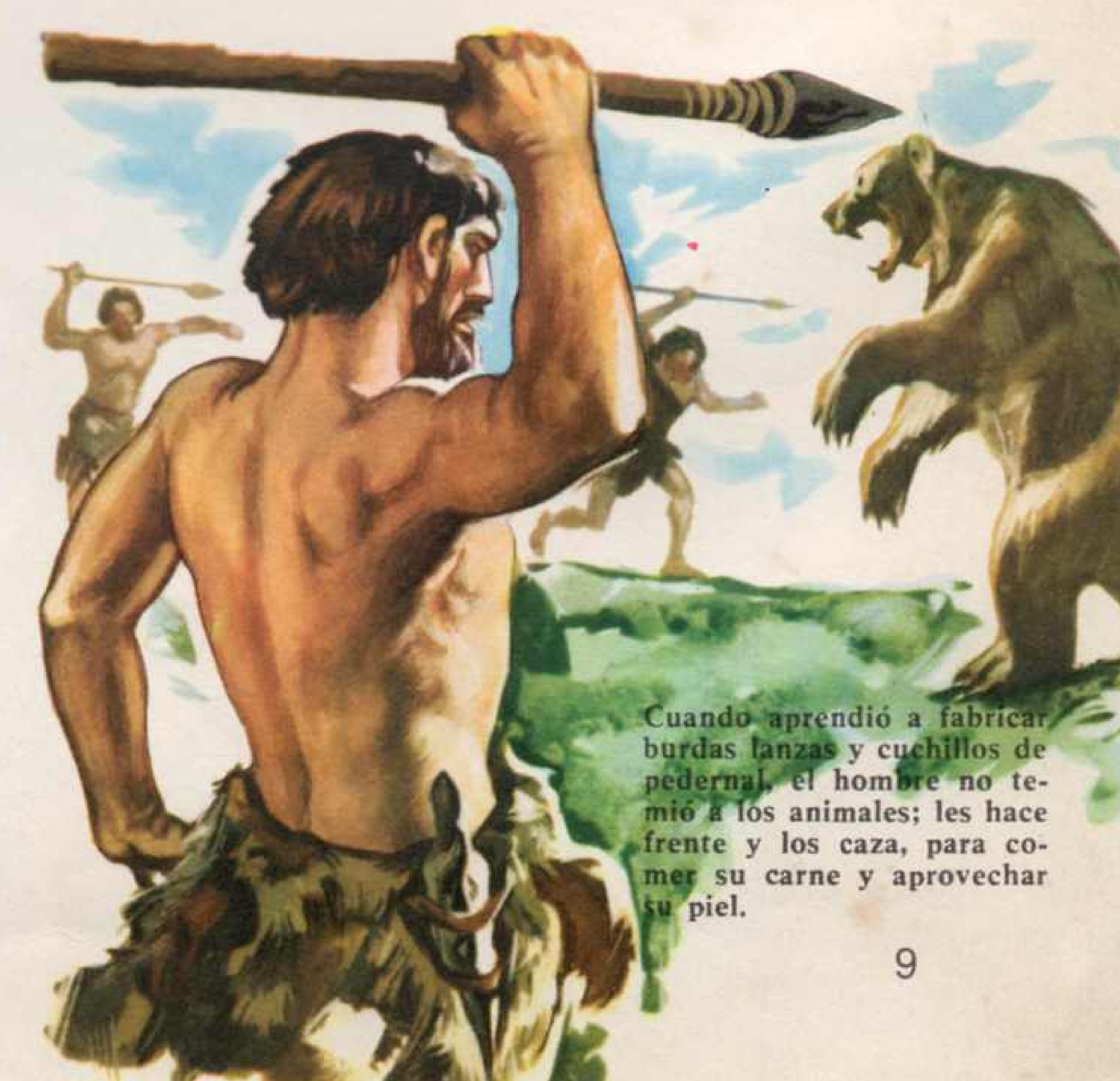
El hombre primitivo tenía músculos muy potentes, capaces de desarrollar una gran fuerza. Era bastante fuerte para arrancar una rama de un árbol y romperla al tamaño que quisiera, pero no podía hacerlo sólo con las manos, las uñas o los dientes. Tenía necesidad de algo más resistente que tuviese un lado cortante y agudo, un hacha o una sierra, por ejemplo. Tenía la fuerza necesaria para romper una piedra, pero si hubiese intentado hacerlo con el puño se hubiese destrozado la mano. Por lo tanto tenía necesidad de un martillo. Podía herir un ciervo con una rama

Para defenderse mejor de los peligros que les acosaban, los hombres se agruparon en comunidades. Cada componente de «la gran familia» tenía una misión: uno cosía las pieles con agujas de pedernal, otro machacaba tubérculos y raíces para transformarlos en harina, otros preparaban cuerdas para emplearlas en diferentes usos..

puntiaguda, pero el ciervo era demasiado veloz para ser alcanzado. De aquí la necesidad de algo que pudiese alcanzarlo de lejos una flecha y un arco.

El hombre empleaba, pues, instrumentos y utensilios que poco a poco consiguió construir Y esta fue la primera actividad que lo diferenció de los animales.

Con troncos y piedras, primero, y luego con huesos, pieles y nervios de los animales, fue fabricando gradualmente muchísimos utensilios sencillos que le ayudaron a defenderse, a cazar y a construirse un refugio. Y cada nuevo utensilio inventado le permitía perfeccionar los otros.



Cuando aprendió a fabricar burdas lanzas y cuchillos de pedernal, el hombre no temió a los animales; les hace frente y los caza, para comer su carne y aprovechar su piel.

El hombre del período neolítico ya conocía la agricultura y había aprendido a domesticar a los animales para aprovechar su fuerza muscular. Uncía los bueyes al arado y transportaba pesadas cargas sobre animales robustos y pacientes, como el asno.

Así, poco a poco, pudo pescar de un modo más eficiente, arar y sembrar la tierra, hilar fibras vegetales para obtener hilos y cuerdas y tejer burdas telas.

Para defenderse de los enemigos y para perfeccionar sus propios instrumentos, el hombre se organizó en tribus.

El arado fue la invención más importante en agricultura. Del simple palo, que usaba primitivamente para cavar, llegó a la azada y el azadón, y de éstos se inspiró para inventar el arado que, arrastrado por bueyes, permitió cultivar campos de mayor extensión.

Al principio el arado estaba formado por una simple rama en forma de horca, a la que se añadió luego una reja de piedra.

El descubrimiento de que se podía usar la fuerza animal para la tracción, fue para el hombre de gran utilidad.

Muy pronto conoció y supo emplear, tanto en la paz como en la guerra, una gran fuerza de la naturaleza: la misteriosa fuerza de gravedad que atraía los objetos hacia el centro de la tierra. Por ello trató de atacar a los enemigos desde lo alto, sirviéndose de gruesas piedras que, empujadas, rodaban veloces por las pendientes; cuando debían construir una casa, cortaban preferentemente los árbo-

En el neolítico surgen las primeras causas de conflictos entre diferentes comunidades, como son las disputas por la propiedad de un campo o de un animal; estas disputas terminaban en verdaderas batallas. Haciendo rodar grandes piedras por las laderas de una colina sobre un grupo de enemigos, descubrieron que la fuerza de gravedad, junto con la fuerza muscular, constituían una inmejorable arma ofensiva.

Los hombres del neolítico han dejado grandes monumentos formados por enormes bloques de piedra, como el de Stonehenge, en Inglaterra, que se encuentra en una vasta llanura. Se cree que esta obra megalítica tenía un significado religioso.

les que había en las alturas de las colinas, para que la fuerza de gravedad les ayudase a llevarlos al lugar del trabajo.

En la construcción de templos, usaban, para tener la seguridad de que los muros estaban verticales, un sencillo instrumento: la plomada. La fuerza de gravedad atrayendo el plomo hacia el centro de la tierra, hace que el hilo esté vertical. Pero la ingeniosidad del hombre no tenía límites. Con el hacha de piedra podía vaciar troncos y excavar minas, tanto, que 3.000 años a. de J. C. ya era un experto minero y un habilísimo constructor. Por ejemplo, fue capaz de erigir extraños monumentos de carácter, seguramente, religioso, formados por enormes bloques de piedra dispuestos en hileras paralelas o en círculo, como los de Stonehenge, en Inglaterra, o de Carnac, en Bretaña. Aún hoy nos maravillamos de ver que los hombres de la antigüedad hayan sido capaces de elevar piedras tan pesadas.

Con la sola fuerza de sus brazos, nuestros antepasados no hubieran podido alzar las veinte toneladas de piedra que forman el monumento de Stonehenge, o los bloques necesarios para la construcción de una pirámide. Ello se pudo hacer con la ayuda de una

La lastra, la palanca, la fuerza de gravedad y, quizá, el terraplén, fueron usados para las construcciones trilíticas —una gran losa horizontal sobre otras dos verticales—, como la de Stonehenge.



A través de los siglos las técnicas se perfeccionaron y el hombre construyó templos majestuosos. La palanca fue uno de los instrumentos empleados por los egipcios para elevar los grandes bloques con que están construidas las pirámides.

Los bloques de piedra empleados en las ciclópeas construcciones egipcias eran esbozados con un segur de sílice y su superficie tallada con la maza y el escoplo. Luego era alisada con una losa de piedra que servía de garlopa. Finalmente, con la escuadra, se verificaba si los ángulos eran rectos.

rampa de tierra que se elevaba hasta la altura necesaria y con lastras, que hicieron posible arrastrar los bloques de piedra hasta arriba, por medio de los planos inclinados. ¿Y quién hubiera sido capaz de elevar las piezas que formaban el techo de la pirámide de Cheops, que pesan, cada una, más de cincuenta toneladas, sin la ayuda de una palanca?

Descubrimientos tan sencillos como el del plano inclinado, de la palanca y de la lastra,



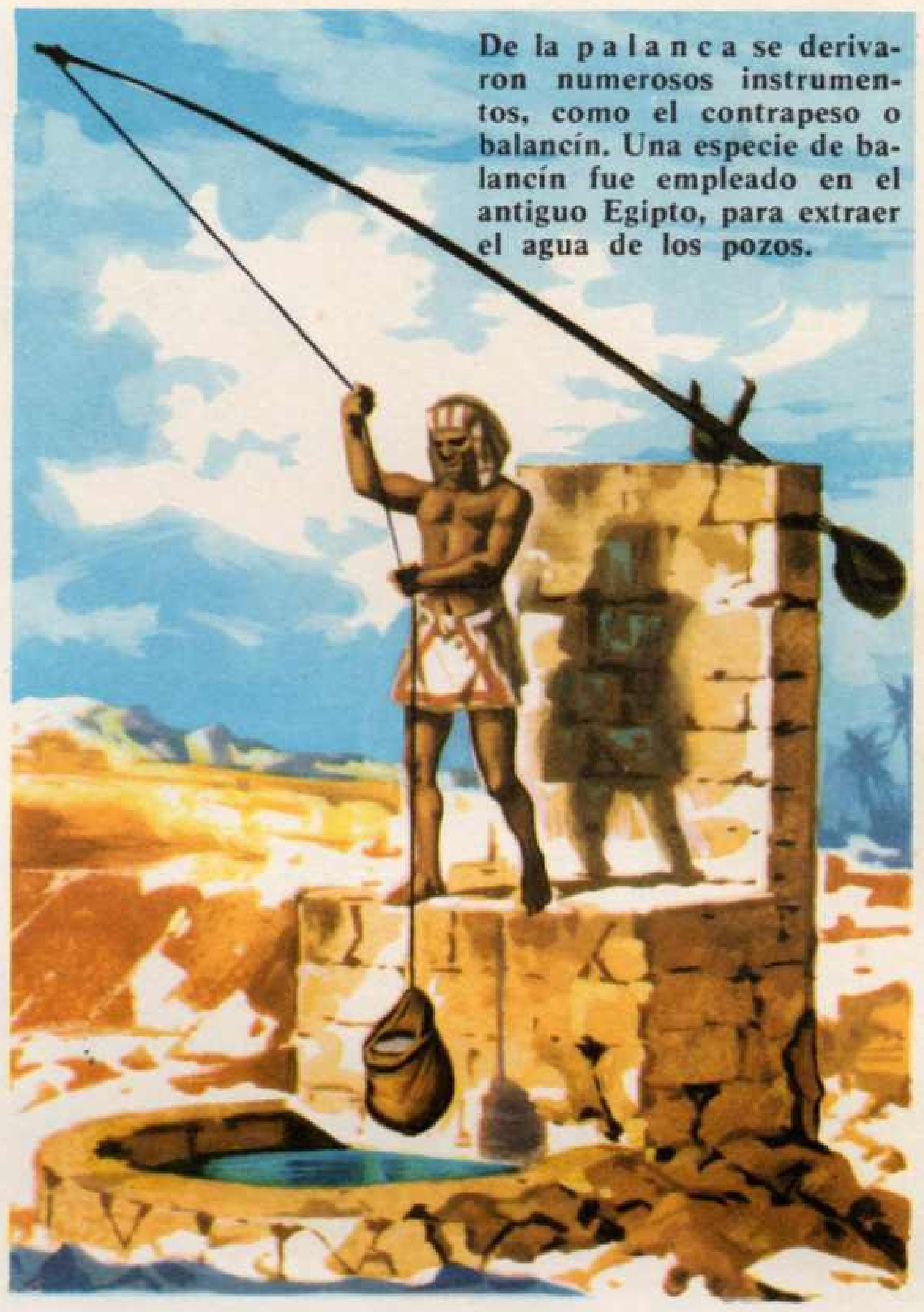
Los albañiles egipcios se servían —como se sigue haciendo hoy en día— de la plomada, para verificar la verticalidad de las paredes.

hicieron posibles la realización de trabajos titánicos y aumentaron de un modo fantástico la fuerza del hombre.

Durante la prehistoria la técnica de la construcción se había desarrollado de un modo increíble.

Los hombres primitivos consiguieron extraer de las canteras de granito masas de piedra que, poco a poco, se transformaban en obeliscos, columnas de templos y bloques para las pirámides, empleando instrumentos

También se empleaba para transportar las piedras de las pirámides el plano inclinado. La tierra amontonada sobre uno de los flancos de la pirámide formaba una verdadera carretera inclinada, por la que se arrastraban los bloques de piedra, puestos sobre trineos de madera, hasta la altura necesaria.

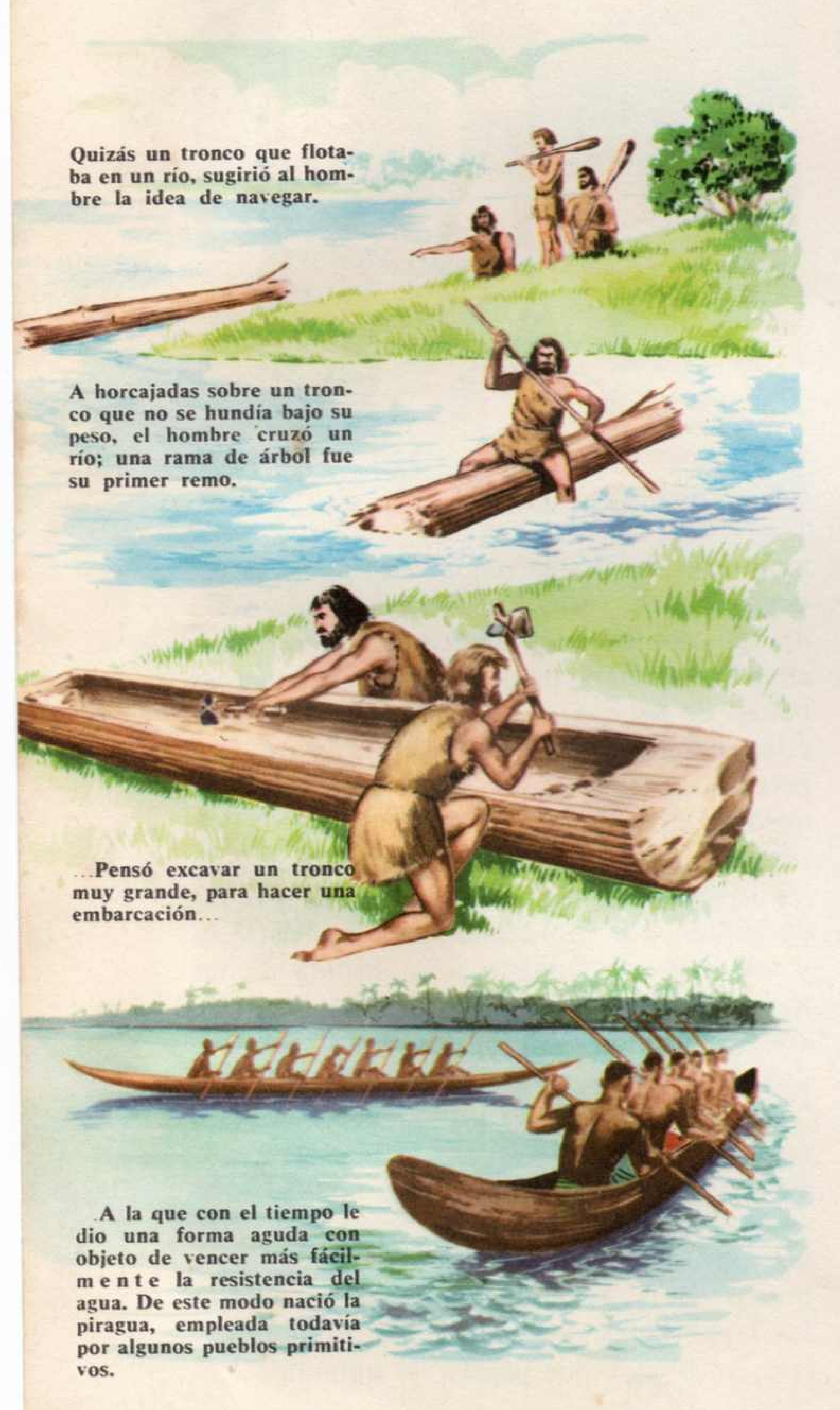


De la palanca se derivaron numerosos instrumentos, como el contrapeso o balancín. Una especie de balancín fue empleado en el antiguo Egipto, para extraer el agua de los pozos.

muy sencillos. Para romper el granito, practicaban en la roca, con un mazo, una serie de agujeros de unos quince centímetros. En ellos introducían cuñas de madera que empapaban de agua para hacer que se dilatasen; éstas, hinchándose, ejercían sobre la roca tal presión que, poco a poco, el bloque se resquebrajaba.

Sigamos por un momento la historia de los bloques que sirvieron para construir las pirámides. Los picapedreros los desbastaban y tallaban con cuidado a la medida de un metro cuadrado cada uno; luego, los bloques, colocados sobre un deslizador por medio de palancas, eran arrastrados hasta la pirámide. Los hombres primitivos no poseían grúas para elevarlos y ponerlos unos sobre otros, empleaban máquinas de madera, que no eran más que palancas, accionadas cada una por cinco hombres. Actuando sobre los brazos de la máquina con su propio peso, los hombres elevaban cada vez 12 centímetros, un bloque que pesaba 30 quintales.

LA ENERGIA EOLICA



Quizás un tronco que flotaba en un río, sugirió al hombre la idea de navegar.

A horcajadas sobre un tronco que no se hundía bajo su peso, el hombre cruzó un río; una rama de árbol fue su primer remo.

...Pensó excavar un tronco muy grande, para hacer una embarcación...

...A la que con el tiempo le dio una forma aguda con objeto de vencer más fácilmente la resistencia del agua. De este modo nació la piragua, empleada todavía por algunos pueblos primitivos.

La fuerza motriz del viento

El hombre primitivo sabía que no era fácil mover grandes pesos en un terreno accidentado, aun usando la lastra tirada por caballos o bueyes, y veía, asombrado, los enormes troncos que la corriente del agua arrastraba, sin dificultad aparente, cuando la violencia de las inundaciones los habían arrancado del suelo. De este modo el hombre descubrió que podía valerse de las corrientes de agua como de grandes vías de comunicación. Quizá, como muchos otros animales, se dio cuenta de que podía flotar en el agua cuando intentó nadar por primera vez. Y cuando más tarde montó a caballo sobre un tronco, descubrió, sin saberlo, el medio que le permitía viajar y transportar cargas sobre el agua, es decir, la barca.

Las primeras embarcaciones fueron muy sencillas y variaron de un lugar a otro: eran arbustos y leños atados entre sí, odres llenos de aire, almadías y canoas de corteza de árboles. Más tarde, cuando tuvo a su disposición mejores y más aptas herramientas, el hombre, vaciando troncos de árboles con instrumentos agudos y cortantes o, sencillamente, con fuego, construyó las primeras embarcaciones. Al principio eran pequeñas y se movían empujadas por uno o más remos. Luego el hombre advirtió que el empuje era mayor apoyándolo en el borde de la embarcación. Así nació el remo entero y verdadero, con la extremidad en forma de pala, que en realidad no era más que una palanca de forma especial, en la que, haciendo fuerza sobre uno de sus lados, se aumentaba la energía muscular del hombre.

A medida que pasaba el tiempo se construían embarcaciones cada vez mayores, con maderas ensambladas, capaces de transportar un importante número de hombres y de mercancías. Muy a menudo eran movidas por un grupo de remeros dispuestos en dos o tres filas, como en los trirremes griegos; este sistema fue luego adoptado por los cartagineses y romanos, en sus cuatrirremes y cincorremes. Cada remo, según su longitud, tenía uno o varios remadores. Este tipo de embarcaciones fue usado por nosotros, los españoles, hasta la época de las guerras napoleónicas, es decir, hasta hace un siglo y medio.

Sin embargo, en muchas partes del mundo los hombres primitivos aprendieron a valerse de otra fuente de energía para mover las embarcaciones: el viento. Y así, alzaron un árbol en el medio de la barca e izaron la vela. Muchas embarcaciones, provistas de vela, se usaban para el transporte de pesadas cargas, en los grandes ríos del mundo, el Tigris, el Eufrates, el Indo, el Hoang-ho y el Nilo. Hoy en día aún existen numerosos y variados tipos de velas que se remontan a la más remota antigüedad, como las de los juncos chinos, reforzadas horizontalmente por bambúes, las de las canoas polinesias, de fibra entrelazada, y las velas de pieles de animales de las piraguas indias. Por el Nilo, tres mil años a. de J. C. navegaban las embarcaciones fluviales de los egipcios que, luego, con sucesivas transformaciones, se adaptaron a la navegación marítima.

Las naves fenicias, asirias y egipcias que surcaban en la antigüedad el Mediterráneo, eran, poco más o menos, todas iguales, pequeñas embarcaciones con el fondo llano, propulsadas principalmente a remo y ayudadas por la vela de un solo árbol.

Los griegos fueron los primeros que crearon barcos de guerra.

Eran naves ágiles, rápidas y llevaban ciento setenta remeros, colocados en tres hileras de bancos superpuestos; se llamaban "trieras".

Con las trieras los griegos destruyeron la pesada flota persa. Los romanos siguieron el



A pesar de tener un ligerísimo armazón recubierto de pieles de animales o de cortezas de árboles, la canoa de los pieles rojas podía transportar cargas considerables.

La almadía fue una de las primeras embarcaciones. Muy sólida y capaz de transportar cargas muy grandes, se empleó en todos los tiempos, sin que sufriera variaciones importantes en su estructura.

La canoa polinesia a vela, tiene como característica llevar uno o dos bastidores laterales que la mantienen en equilibrio evitando que pueda volcar.

La elegante nave egipcia construida con materiales preciosos, como la que muestra la ilustración, tiene más bien el carácter de una embarcación de recreo.

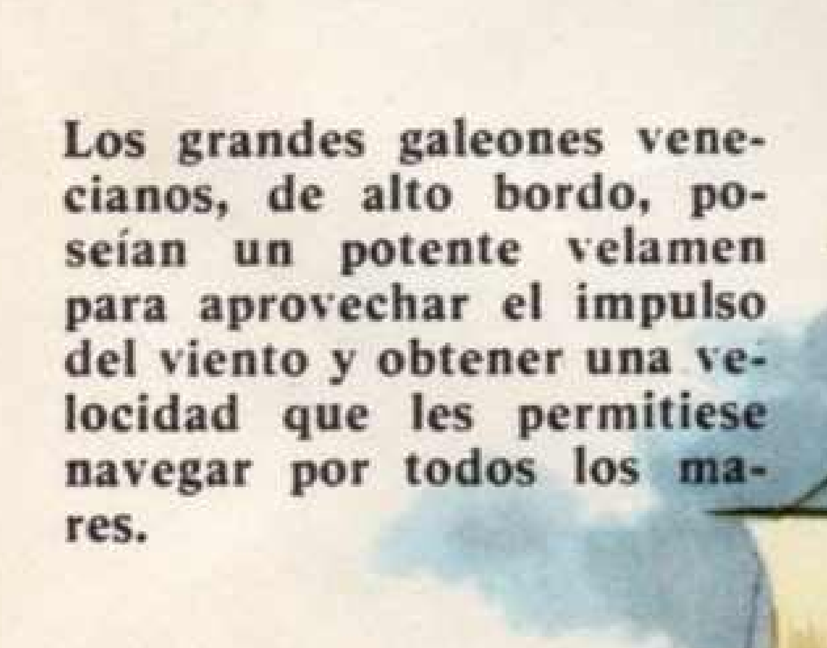
El junco chino, es una pequeña embarcación con vela y quilla llana. La proa y la popa, elevadas sobre el agua, llevan hermosas decoraciones. Se emplea como embarcación comercial y como vivienda flotante.

En los trirremes, naves de guerra muy empleadas por los griegos de los siglos VI al IV a. de J. C., los remeros estaban dispuestos en tres hileras, e iban provistos de arpones reforzados de metal para golpear y destrozar la quilla de las naves enemigas.

Las largas y estilizadas naves de los vikingos llevaban en la proa curiosos símbolos tallados y pintados con vivos colores y a lo largo de las bordas numerosos escudos.

La carabela, que recuerda a los grandes exploradores del siglo XVI, podía afrontar largos viajes por la potencia de su arboladura y su robusto casco. Tenía grandes bodegas y armas de fuego de largo alcance.

Los grandes galeones venecianos, de alto bordo, poseían un potente velamen para aprovechar el impulso del viento y obtener una velocidad que les permitiese navegar por todos los mares.



ejemplo de los griegos y construyeron dos tipos de naves: los ágiles navíos militares (liburna), movidos preferentemente a remo, con la popa alta, para aprovechar la fuerza del viento, y la proa baja, y los navíos comerciales (oneraria), de forma redondeada, que viajaban preferentemente a vela, con dos árboles, uno en el centro y otro inclinado hacia la proa, los dos con velas cuadradas.

Esta diferencia entre barcos de guerra y comerciales duró hasta bien entrado el medioevo, en que los navíos dedicados al comercio tuvieron que ser armados para defenderse de los piratas que habían invadido todos los mares. En el siglo XVII se volvió a la antigua distinción entre los dos tipos de embarcaciones.

Mientras las naves tuvieron dos árboles y velas cuadradas no pudieron navegar más que con el viento en popa. Lo mismo que el velamen, también el timón era, en aquella época, más bien rudimentario. Hasta el siglo XIV no aparece el timón de forma moderna.

Destruido el imperio romano cruzan el Mediteráneo los barcos bizantinos, poco diferentes de la liburna y de la redondeada oneraria romana.

Al mismo tiempo aparecieron en los mares del norte las características naves vi-

En los siglos XVII y XVIII las naves de guerra eran barcos de tres árboles y un gran velamen.
En al batalla de Trafalgar —21 de octubre de 1805—, las flotas en conflicto, inglesa y franco-española, estaban formadas por numerosos navíos.

kingas, estrechas y veloces. Pero el mayor desarrollo en la técnica de las construcciones navales se da siempre en el Mediterráneo, donde el tráfico se desenvuelve casi exclusivamente con las naves de las repúblicas comerciales italianas. Fue famosa, sobre todo, la galera veneciana, una nave larga, baja y de casco ligero, propulsada a remo y a vela latina. Con varias modificaciones (galeón, carabela, etcétera), dominó los mares hasta el siglo XVII.

La vela latina, es decir, triangular, sujeta a una entena inclinada, fue una conquista importante porque permitía a la nave avanzar, incluso, contra el viento. La vela latina se orientaba de forma que recibiese el aire de lado y, la embarcación, yendo en zigzag, seguía regularmente su ruta. En el siglo XV todos los capitanes sabían navegar de este modo pudiendo efectuar largos viajes, como el realizado por las carabelas españolas al mando de Colón y los hermanos Pinzón.

De la experiencia atlántica y mediterránea, nació en el siglo XVII un nuevo gran velero oceánico. Se supone que la construcción de este tipo de embarcación se debe a los holandeses era una gran nave de guerra armada con más de cien cañones; tenía tres altos árboles con velas múltiples, cuadradas y latinas, dispuestas de un modo no superado



La característica de la fragata es su velocidad. Primero tuvo una sola vela. Luego se la dotó de tres árboles y dos baterías de cañones, una descubierta y otra oculta.

El jabeque es una embarcación con tres árboles verticales o levemente inclinados hacia la proa, adaptada a la carga; el jabeque berberisco era una típica nave corsaria.

La goleta, nave veloz de dos o tres árboles verticales, estaba dedicada al comercio. Armada, constituía un navío militar de tipo ligero.



Se supone que las cometas fueron construidas muy antiguamente en Oriente, quizá por los chinos, que, todavía hoy, izan en el espacio grandes dragones de papel durante las fiestas populares.

hasta hoy en día.

Junto a este velero aparece la embarcación comercial, cada vez más ligera, más sólida y más veloz, mientras aumenta el número y la altura de sus árboles y la superficie de su velamen.

Con la aparición del vapor, descubierto en el siglo XIX, desaparece la vela.

El hombre, que descubrió muy pronto la utilidad del viento en el mar, fue mucho más lento en descubrirla sobre la tierra. Al principio se servía del viento para distraerse. los pueblos orientales usaban una caja con cuerdas de tripa que vibraban al viento y producían un armonioso sonido (arpa eolia); los chinos lanzaban al aire cometas.

Como resultado, mucho tiempo después de la construcción de la rueda, el hombre pensó en servirse del viento como fuerza motriz; en Europa se construyeron hacia el siglo XII los primeros molinos de viento, que se supone fueron inventados en Persia el siglo X e importados luego a occidente por los árabes.

Los molinos de viento, extendidos en Europa hacia los siglos XI y XII, se emplearon mucho durante el siglo XIV para desecar las zonas pantanosas, y se transformaron en una característica del paisaje de aquellas regiones.

EL FUEGO

El hombre aprende a producir fuego

Agua y viento fueron los elementos de la naturaleza más familiares al hombre desde sus más remotos orígenes. Eran fuerzas que estaban siempre en torno suyo y podían serle hostiles o amigas.

Si el viento era impetuoso podía abatir su cabaña, pero le era beneficioso cuando lo acariciaba dulcemente tras una fatigosa jornada de caza.

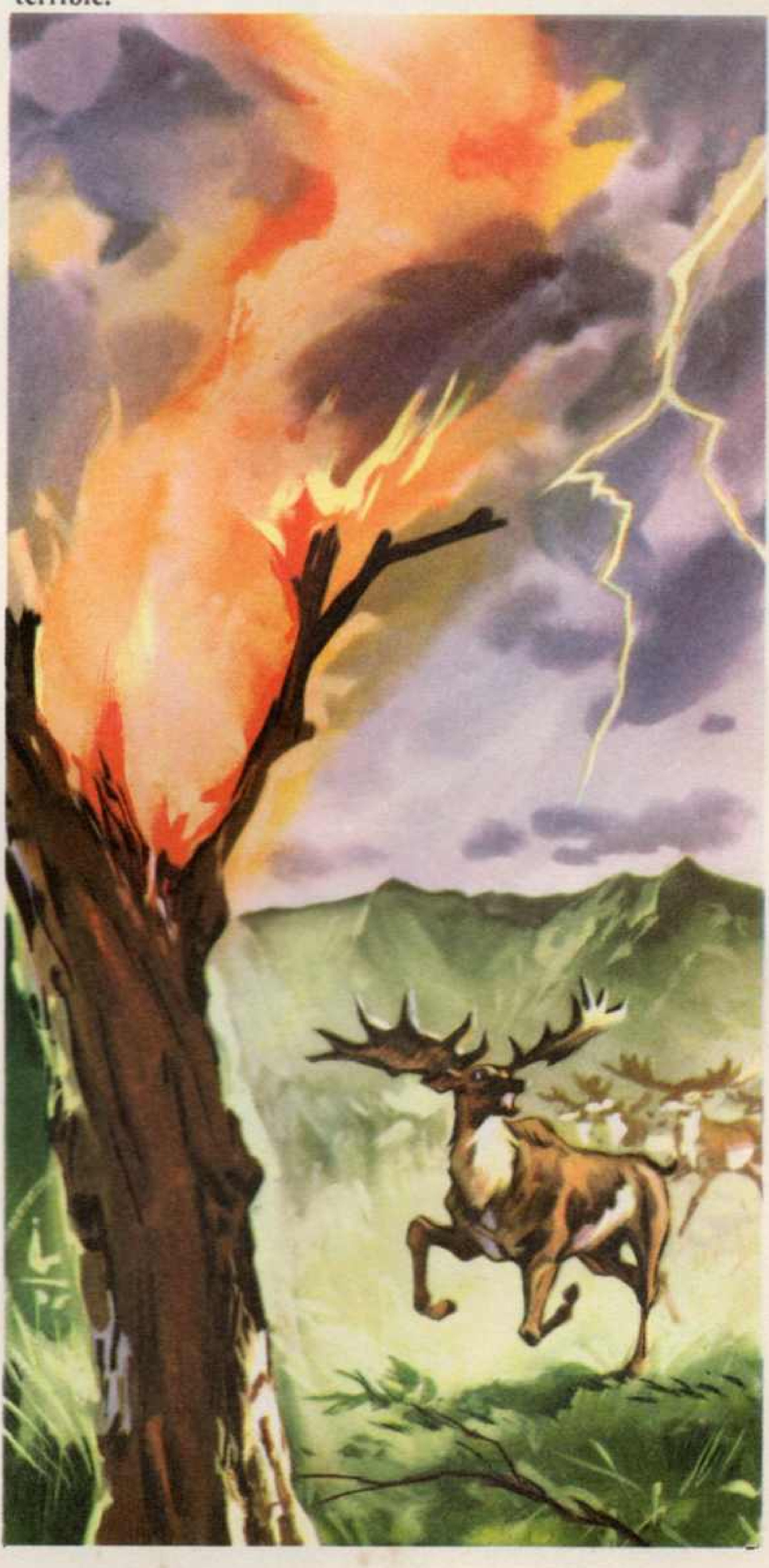
Los ríos y los mares eran peligrosos, pero le ofrecían el agua para apagar su sed y peces para calmar su hambre.

El fuego, por el contrario, desde su descubrimiento, y durante mucho tiempo después, causó en el hombre primitivo un terror invencible y supersticioso. Porque en la naturaleza se encuentra sólo cuando un volcán entra en erupción o un rayo cae con toda su violencia. Y en ambos casos el fuego es una cosa espantosa que se propaga a gran velocidad y devora todo lo que encuentra en su camino.

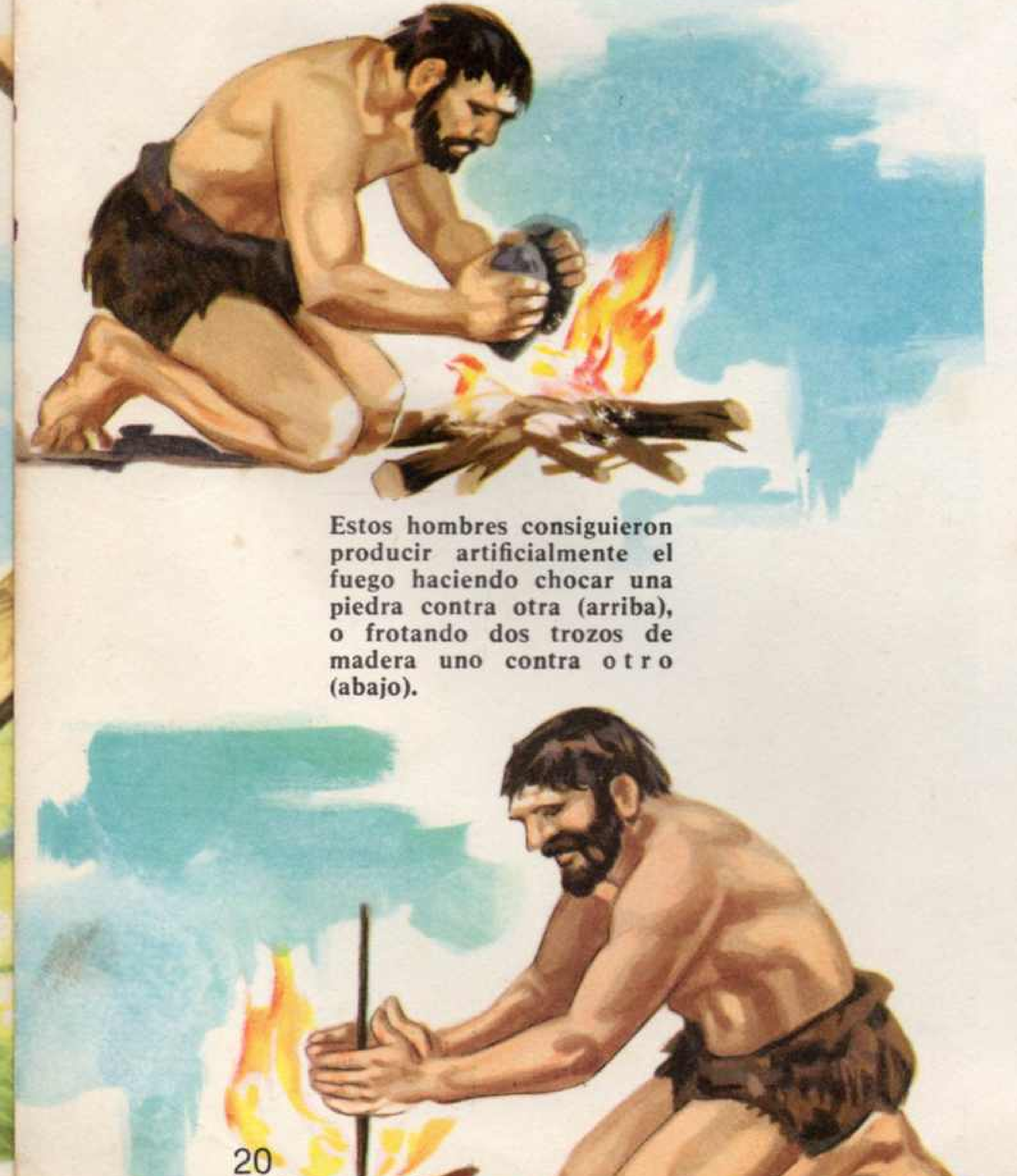
Muy pocos son los animales que llegan a vencer su innato miedo al fuego, y miedo tuvo el hombre que se vio impotente ante una fuerza monstruosa, casi divina. Pero ¿cómo consiguió dominar a este enemigo? Quizás del modo siguiente. Un día, batiendo entre sí dos piedras, o frotando entre sí dos leños, para hacer una herramienta, saltó una chispa que, cayendo en un montón de hojas secas, produjo una llama.

Tras un momento de espanto, el hombre pensó que el fuego se podía fácilmente apagar y que, además, se apagaba solo si no se

Cuando vieron al rayo abatirse sobre un árbol e incendiarlo y los animales huir aterrorizados, los hombres primitivos consideraron al fuego como una fuerza misteriosa y terrible.



A veces el fuego hacía su aparición en la erupción de un volcán. Pero cuando los hombres aprendieron a vencer el terror que este elemento despertaba en ellos y a servirse de él, dieron un gran paso en el camino de la civilización.



Estos hombres consiguieron producir artificialmente el fuego haciendo chocar una piedra contra otra (arriba), o frotando dos trozos de madera uno contra otro (abajo).

le alimentaba continuamente con hojas o con leños.

Así, manejándolo en cantidades muy reducidas y con mucha cautela, se familiarizó con él y fue muy feliz al poderlo encender cuando quería. Para hacer saltar la chispa se sirvió en un primer tiempo del pedernal. Luego creó un instrumento consistente en un asta con la punta dura, que, haciéndola rodar rápidamente, producía fuego, por fricción, en un leño seco.

Más tarde se empleó el primitivo fuego a percusión, en el que el pedernal, chocado con otra piedra o un mineral, que era casi siempre una pirita, producía las chispas que encendían la yesca, constituida por yerbas secas.

En algunas tumbas prehistóricas se ha encontrado juntos el pedernal y la pirita.

Estos medios de encender el fuego, y especialmente el de frotación, eran muy conocidos y aún hoy en día se halla muy difundido entre las tribus primitivas de todo el mundo.

De este modo, el fuego, que en un principio era considerado como un enemigo del

Con la conquista del fuego, el hombre pudo calentarse a su llama, asar la carne de los animales que antes comía cruda, iluminar las cavernas que habitaba y a mantener a distancia las fieras.

que era necesario huir, se mostró de gran utilidad. Podía calentar una caverna helada y dar luz en la oscuridad. Tenía el poder de hacer sabrosos y digestibles los vegetales y blanda la carne de la caza. Mantenía a distancia a las fieras. Permitía a los hombres trabajar en la oscuridad de las minas. Con el fuego, el hombre coció y endureció los primeros vasos de barro; con el fuego encendido sobre las colinas, transmitió rápidas señales a grandes distancias. Y el fuego se transformó también en un arma que se podía lanzar contra los enemigos y las fieras.

Como combustibles fueron empleados, primero, leña y huesos de animales; luego el hombre descubrió que también ardía la grasa animal puesta en una taza de piedra; y fue esta grasa animal la que, ardiendo, constituyó el primer velón, que junto con la antorcha, dio luz en las tinieblas de las primeras habitaciones. Los más viejos velones conocidos son sencillas tazas aún ennegrecidas, que debían contener una pequeña can-

Al cabo de los siglos, el hombre se sirvió del fuego para trasmitir señales de un lugar a otro, de una a otra tribu.



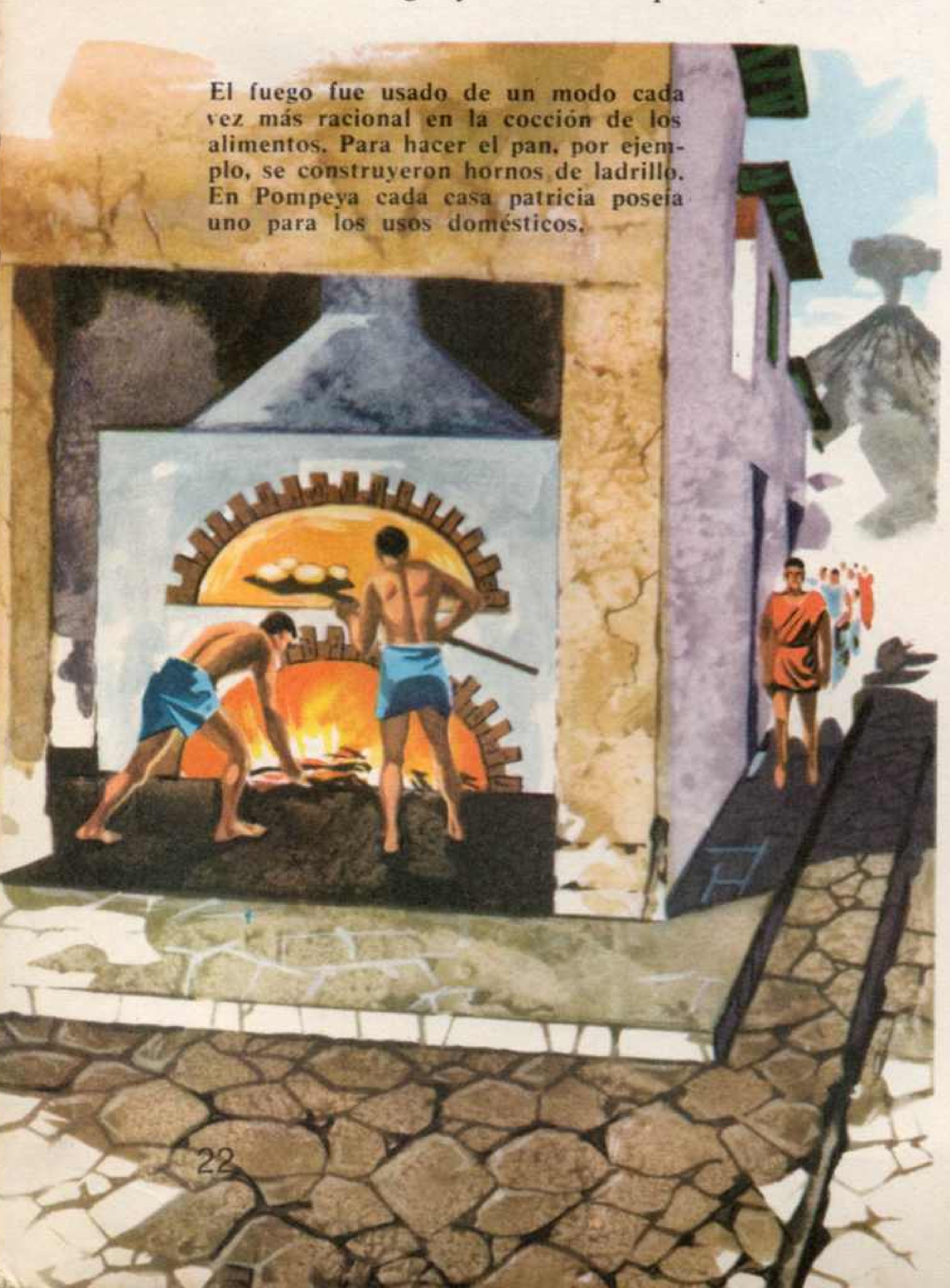
En los tiempos de la Grecia antigua, se lanzaban flechas incendiarias contra los muros de los enemigos: el fuego se transformó en un arma de guerra.

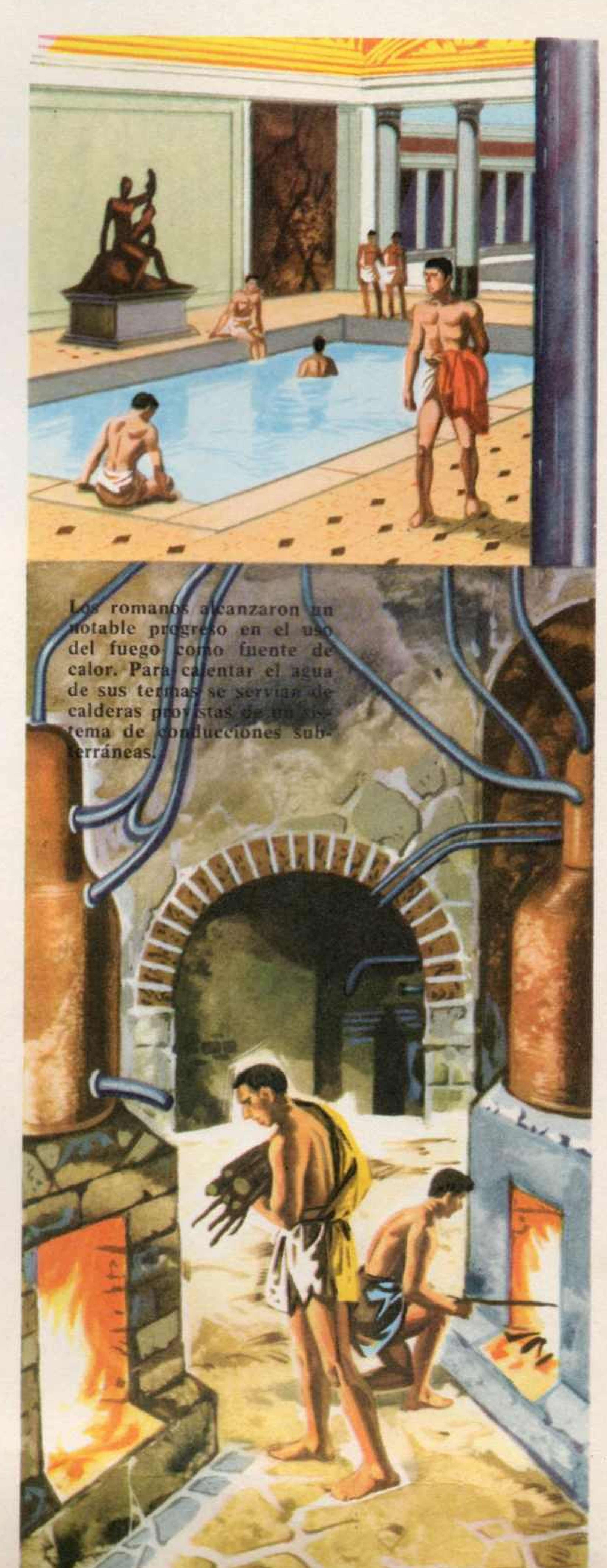

Varias formas de iluminación a través de los siglos: De izquierda a derecha: velón griego, candelabro romano, linterna del siglo XV, lámpara de cristal del siglo XVI y lámpara de petróleo con mecha, del siglo XIX.

tidad de aceite y una mecha. La invención de la candela fue posterior Los egipcios, 3.000 años a. de J C., fabricaban cera y candelas y tenían candeleros con dispositivos para recoger las gotas de sebo o de cera. Velones, antorchas y candelas fueron los medios de iluminación más comunes en toda la Edad Media.

El fuego sirvió también al hombre como medio para calentarse. Primero se sirvió de una hoguera o de un brasero, luego llegó a idear una instalación de calefacción que distribuía calor por todo el edificio, como en las casas patricias romanas y en las termas.

Poco a poco el hombre descubrió que con un buen fuego y un horno podía obtener co-


El fuego fue usado de un modo cada vez más racional en la cocción de los alimentos. Para hacer el pan, por ejemplo, se construyeron hornos de ladrillo. En Pompeya cada casa patricia poseía uno para los usos domésticos.


Los romanos alcanzaron un notable progreso en el uso del fuego como fuente de calor. Para calentar el agua de sus termas se servían de calderas provistas de un sistema de conducciones subterráneas.

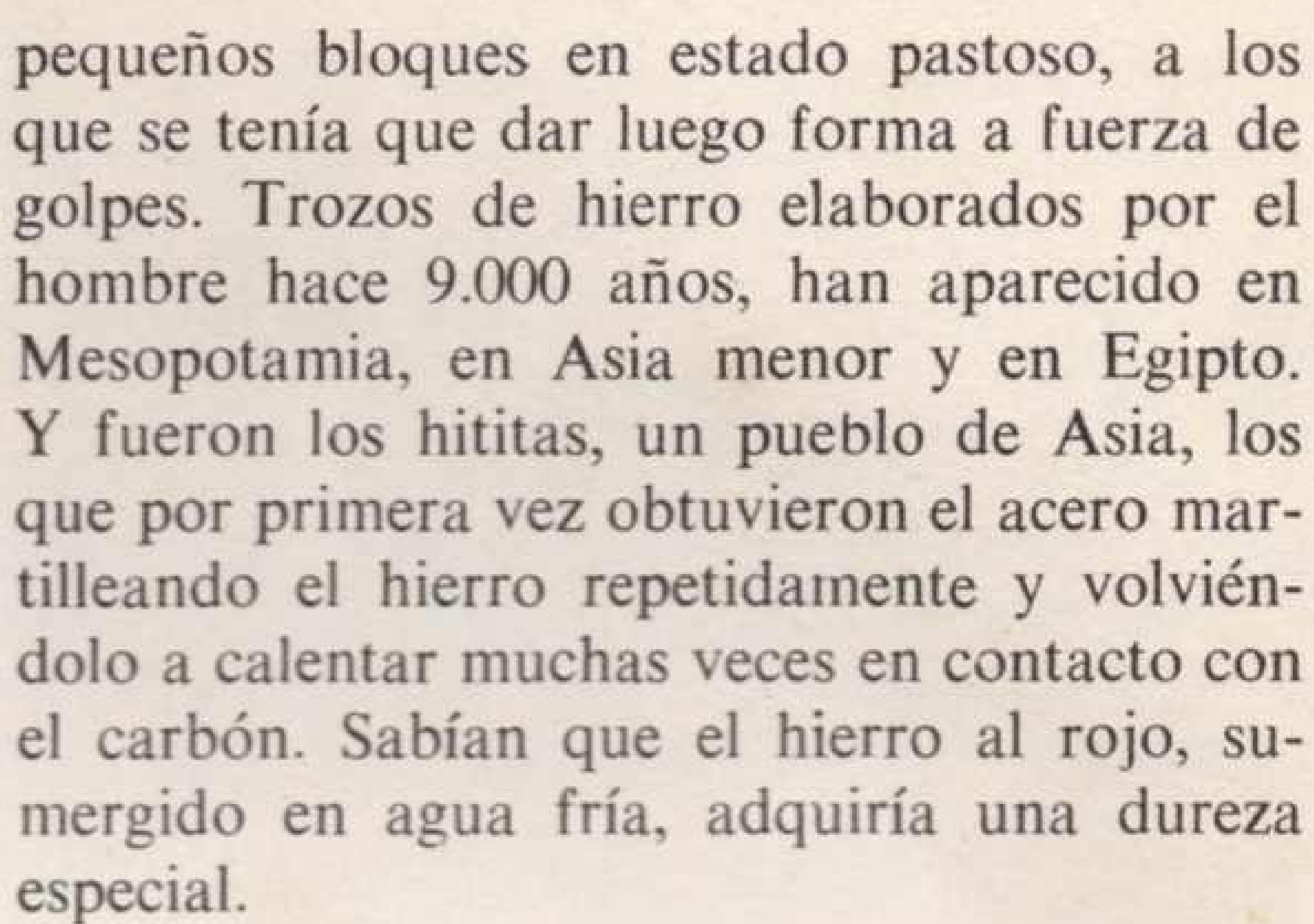


En Egipto, durante las primeras dinastías, el bronce y el hierro eran fundidos y elaborados con arte y habilidad.

bre, estaño, bronce, hierro y acero.

Los primeros hornos para la elaboración del hierro eran fosas excavadas en el suelo, en las que se metía el material mezclado con el carbón vegetal, activándose la combustión con fuelles de mano. Sólo más tarde se pensó en construir hornos a cierta altura.

El primer hierro se obtuvo en forma de



pequeños bloques en estado pastoso, a los que se tenía que dar luego forma a fuerza de golpes. Trozos de hierro elaborados por el hombre hace 9.000 años, han aparecido en Mesopotamia, en Asia menor y en Egipto. Y fueron los hititas, un pueblo de Asia, los que por primera vez obtuvieron el acero martilleando el hierro repetidamente y volviéndolo a calentar muchas veces en contacto con el carbón. Sabían que el hierro al rojo, sumergido en agua fría, adquiría una dureza especial.

El descubrimiento de los metales impulsó rápidamente el progreso en todos los campos, ya que los hombres pudieron fabricar instrumentos y utensilios cada vez más perfeccionados. De este modo construyeron li-

Por medio del fuego, el hombre comenzó a conocer los metales y a trabajarlos utilizando hornos.



Los primeros objetos de metal que se hicieron, fueron espadas, lanzas, hachas, sierras y aperos agrícolas.



También por medio del fuego, los hombres conocieron el vidrio. Se cree que su descubrimiento fue obra de unos mercaderes fenicios.

Fenicios y egipcios fueron muy expertos en el soplado y elaboración del vidrio, como puede verse en los objetos encontrados en las excavaciones de algunas tumbas.

mas, sierras, hachas, martillos, yunques, tenazas. Y desdichadamente, hasta las armas fueron más mortíferas.

Por medio del fuego, el hombre aprendió a fabricar el vidrio.

Según la tradición, fueron algunos mercaderes fenicios quienes lo descubrieron cuando, desembarcados en las costas de Siria, encontraron, entre las cenizas todavía calientes de un fuego encendido sobre arena silícea, una masa fundida y transparente· el vidrio. Pronto fueron los fenicios expertos en la elaboración de este frágil y nuevo material, pero aún lo fueron más los egipcios que aprendieron de ellos este arte. Se han encontrado numerosos objetos de vidrio construidos 1.300 años a. de J. C., como botellas, estatuíllas y copas de vidrio oscuro, blanco, opaco y negro.

Pronto comenzó el hombre a comprender que además de la leña y el aceite animal y vegetal, otros materiales ardían, como el alquitrán, el betún, el azufre y el petróleo. Y los empleó, esencialmente, para objetivos militares.



El descubrimiento del betún es muy antiguo. Nuestros antepasados lo llamaron «fuego de la tierra», por las llamas que veían desprenderse de los lugares en que se encontraba.

2000 años antes de J. C., ya se explotaban, en Mesopotamia, importantes yacimientos de betún.

LA RUEDA

Un gran impulso al progreso humano

Según todas las probabilidades la rueda fue inventada hace 6.000 años en Asia y, quizá, en Mesopotamia. Fue una invención de una extraordinaria importancia la rueda. Con varias modificaciones, entró a formar parte de numerosos mecanismos y contribuyó a dar un increíble impulso al progreso humano.

¿Cómo surgió la idea de la rueda?

Del rodillo que muchos pueblos, y entre ellos sirios y egipcios, utilizaban debajo de grandes masas de piedras, cuando querían transportarlas, para que discurriesen mejor sobre el suelo.

Antes de la invención de la rueda los medios de transporte eran los más primitivos. Se empleaban una especie de trineos de diferentes clases, grandes y pequeños, y en los casos más sencillos, troncos de árboles atados en forma de V, que eran arrastrados por hombres o animales. La rueda eliminó el arrastre, o mejor dicho, lo cambió de "rozante" en "rodante", y permitió transportar, sin excesivo esfuerzo, cargas pesadas; revolucionó todas las formas de transporte existentes. Los vehículos con ruedas, tirados primero por bueyes, luego por asnos y finalmente por caballos, ahorraron mucho trabajo y fatigas al hombre.

Entre estos vehículos el más antiguo es el carro de dos ruedas con una lanza central, a la que se uncía un par de animales, uno a cada lado. (Digamos incidentalmente que sólo mucho más tarde se inventaron las varas, y los carros pudieron ser tirados por un



Un tronco, empujado a fuerza de brazos, fue el primer y rudimentario medio de transporte de los hombres prehistóricos.

Seccionando el tronco en dos partes, se obtuvieron las ruedas, que unidas por un eje, formaron la primera carreta.


El carro de guerra de los sumerios, con su alto antepecho, protegía al conductor y al guerrero, armado de jabalinas con punta de bronce.

Carro armado romano.

Carroza romana de viaje.

solo animal.) También la carretilla, con su rueda única, es uno de los vehículos más antiguos. Más tarde apareció el carro de cuatro ruedas. En la Edad de Bronce había carros pequeños y grandes, cubiertos y descubiertos, como los de los pioneros norteamericanos, diligencias para pasajeros y carros de guerra. Como sucede siempre, en los primeros tiempos de su aparición, el carro de dos ruedas fue reservado para el uso de los reyes y jefes; funcionaba como carro de guerra y coche fúnebre, y se encuentra sepultado en las tumbas de los reyes, junto con los utensilios del difunto y sus tesoros.

Los vehículos más antiguos de dos ruedas conservados perfectamente, son los encontrados en las tumbas egipcias de 1.200 a 1.300 años a. de J. C. Su admirable construcción, muy a menudo cincelados y con metales esculpidos, revela la habilidad de los carreteros de aquella época. Estos carros eran, esencialmente, de guerra.

También los hombres montaron sobre ruedas sus máquinas de guerra —catapultas y arietes—, consiguiendo aproximarlas fácilmente a las murallas enemigas. Un relieve asirio de 600 años a. de J. C., representa un ariete montado sobre ruedas. Se ha podido observar que la lucha sobre carros, tirados por veloces caballos, fue un arma nueva que revolucionó el arte de la guerra. Con esta nueva arma, los hititas extendieron su dominio al Asia menor y los aqueos se apoderaron de Grecia.

Pero la importancia de los carros de guerra disminuyó cuando éstos fueron substituidos por la caballería como arma móvil y veloz, apta para sembrar el desconcierto en las filas enemigas. Ya en tiempo de los romanos el carro se usaba en los cortejos y para


En las estaciones de la posta se hacía el relevo de los caballos de la diligencia y los viajeros descansaban en el albergue, después de un largo viaje.



Carreta medioeval.



«Landau».



Carroza del siglo XVIII.



Palanquín japonés.

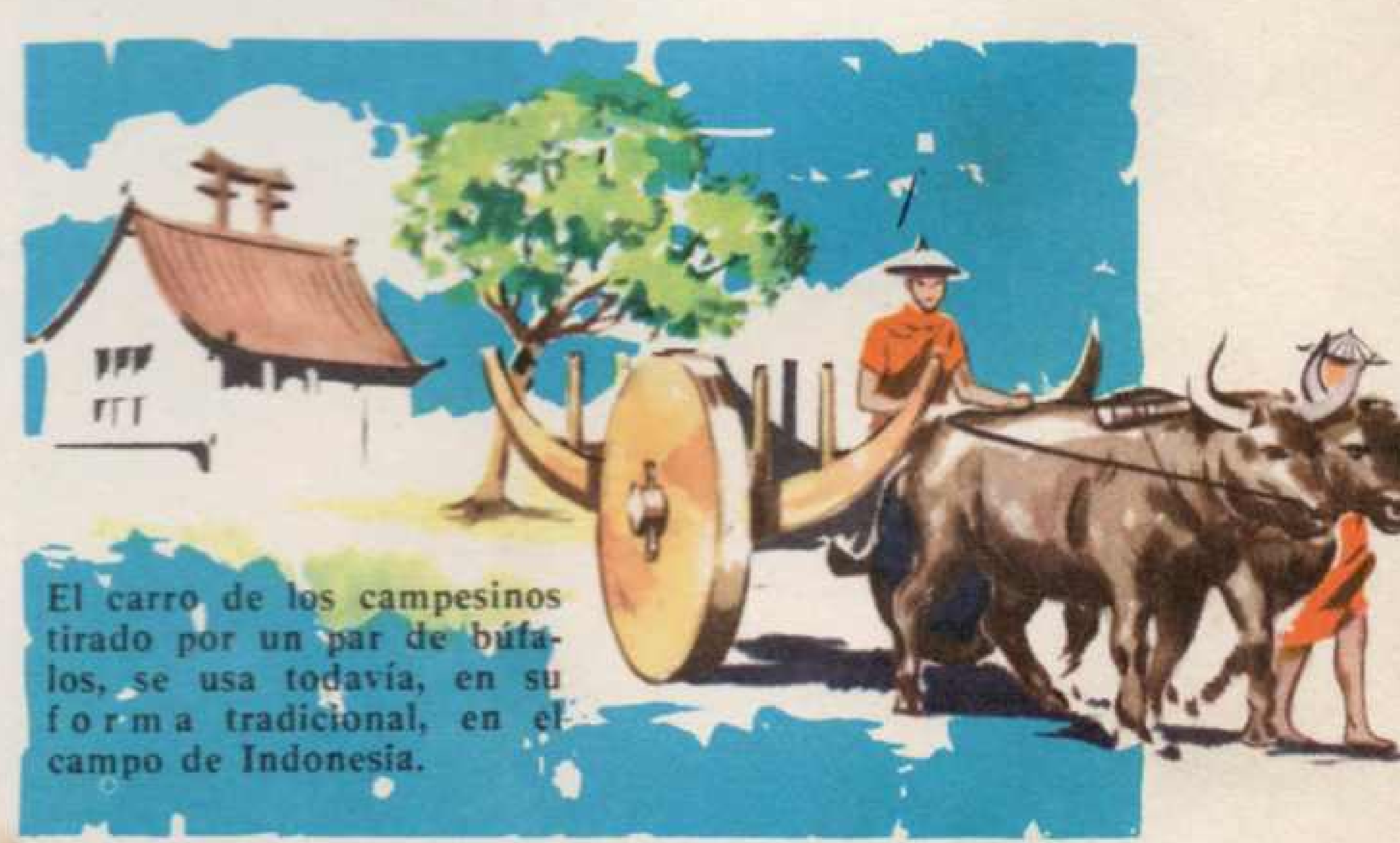
los juegos del circo.

Sin embargo, cada vez fue mayor la importancia de los carros de transporte que, desde el siglo IV a. de J C. y durante toda la Edad Media, fueron empleados para diferentes usos servían para transportar el material necesario a las tropas y, por ello, estaban adscritos al ejército; también religaban las estaciones de posta, transportaban mercancías. En el año 45 a. de J C., la circulación en Roma se había hecho tan difícil que fue necesario dictar una ley, la Ley Julia, que prohibía el paso de vehículos pesados por la ciudad durante el día.

El coche de viaje ligero, con la caja suspendida por bridas de cuero, aparece a comienzos de la Edad moderna, en 1.500. Con la evolución de los diferentes tipos de carros iba pareja la de la guarnición de los caballos. Se buscó mejorar la posición del pectoral y de las bridas, con objeto de facilitar el tiro del animal, y así se llegó, en el siglo XII, a los arreos con collera, usados hasta hoy. A título de curiosidad diremos que las anteojeras son antiquísimas, remontándose a 2.000 años a. de J. C. Muy posteriores son los estribos y el bocado. El empleo de las herraduras lo aprendieron las tribus germánicas de los pueblos de la estepa, hacia el 700 a. de J. C.

Pero volvamos a la rueda. Primero, cuando se crea, es toda de una pieza de madera, maciza y pesada. Para hacerla más veloz y manejable se comenzó a tallarla abriéndole vacíos, y así, poco a poco, aparece la rueda de radios. Los radios fueron originariamente cuatro, aumentando luego de número. Las ruedas de radios aparecen en Mesopotamia y en Persia unos 2.000 años a. de J. C. En la misma época, la parte exterior de la rueda que tiene contacto con el suelo, se cubre de





El carro de los campesinos tirado por un par de búfalos, se usa todavía, en su forma tradicional, en el campo de Indonesia.

La primera bicicleta fue construida en Francia, en 1790, y estaba constituida por dos ruedas unidas por un eje y colocadas una detrás de la otra. Se movía apoyando los pies en el suelo.

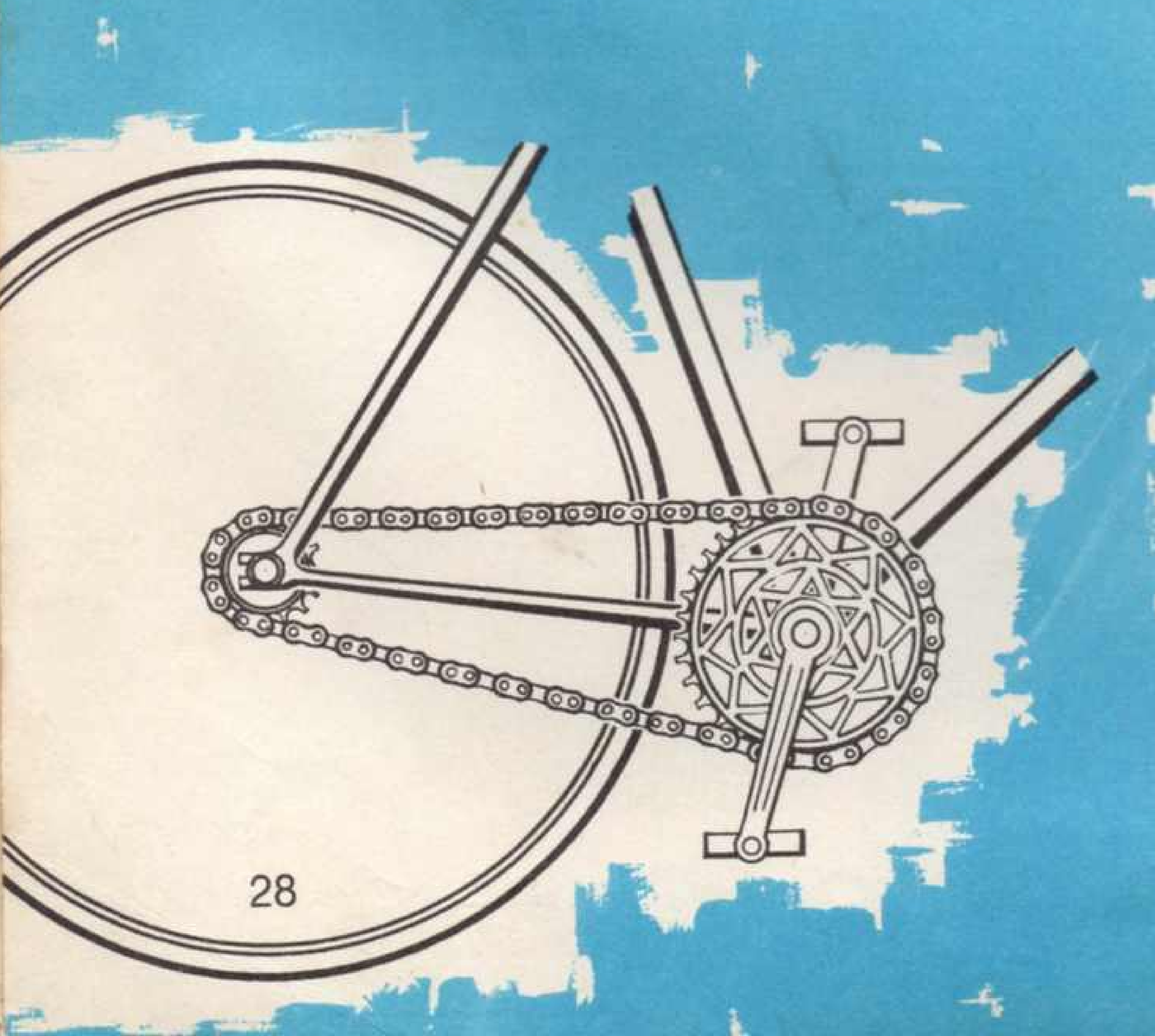
Micheaux construyó más tarde el «velocípedo» de hierro, en el que la rueda anterior, mucho mayor que la posterior, era movida por pedales.

Más tarde se colocaron los pedales entre las ruedas que son menores e iguales. También se fabricaron bicicletas con dos sillines, llamadas «tandem», caídas ya en desuso.

A DERECHA: Para las carreras se emplean tipos especiales de bicicletas muy ligeras y solidísimas.
ABAJO: Esquema del funcionamiento de una bicicleta moderna. El movimiento de una rueda dentada, en la que se han fijado los pedales, se trasmite, por medio de una cadena, a otra rueda más pequeña que se encuentra en el eje de la rueda posterior. De este modo, el principio del engranaje de una rueda con muchos dientes, con otra con un número menor, multiplica el efecto del esfuerzo realizado en los pedales.

numerosos trocitos de cobre, muy cerca unos de otros, con objeto de evitar el desgaste, hasta que los asirios y los persas la circundaron de un cerco metálico, parecido al que todavía hoy se puede ver en las ruedas de muchos carros.

La posición de las ruedas, una delante y otra detrás, es típica de la bicicleta que nació hace unos ciento setenta años. El primer "velocípedo", primer antepasado de la bicicleta, era un vehículo de lo más sencillo. Lo inventó el francés De Siorac en 1790 y estaba formado por dos ruedas del mismo tamaño unidas por un travesaño de madera y el manillar para apoyar las manos. El hombre, cabalgando sobre el travesaño, empujaba con los pies, apoyándolos en el suelo, el vehículo. Más tarde, el alemán Karl Drais perfeccionó el velocípedo e hizo que la rueda anterior se pudiese mover, según el deseo del hombre, a derecha e izquierda. La "Draisina" se movía aun con la ayuda de los pies. En 1855 el francés Micheaux lanzó un nuevo modelo, el "biciclo" El biciclo tenía la rueda anterior enorme y la posterior ridículamente pequeña. A la rueda anterior se habían aplicado, por primera vez, pedales. Apoyando sobre éstos con fuerza, el ciclista, sentado en el altísimo sillín, hacía correr la rueda hacia adelante. Era el primer biciclo que poseía un mecanismo para transmitir el movimiento. Su velocidad era de 12 kilómetros por hora. El francés Sergent redujo las ruedas a las mismas

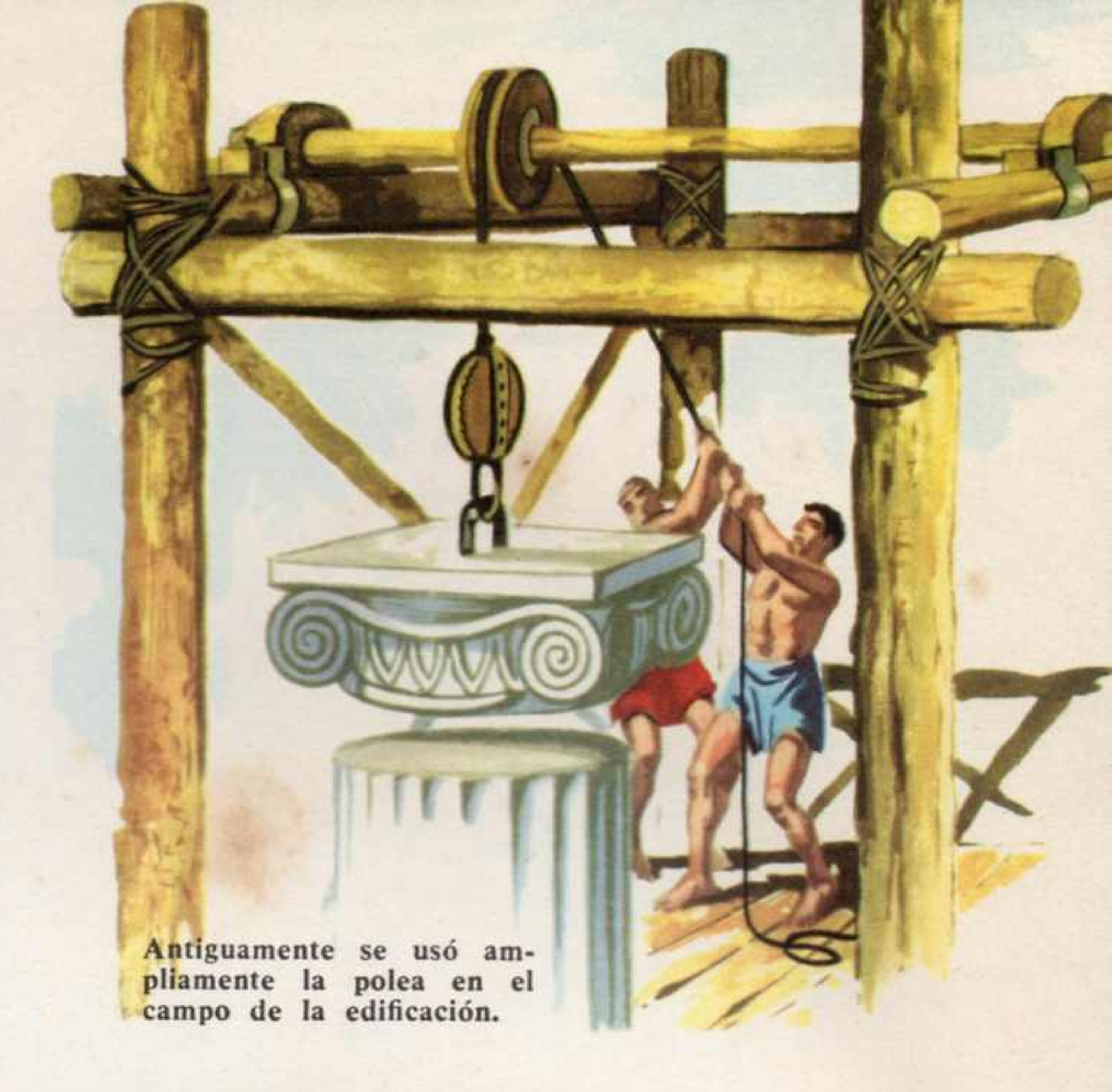


dimensiones de las de hoy. Luego inventó la cadena de transmisión del movimiento a la rueda posterior y los pedales se insertaron en un sistema de dos ruedas dentadas unidas por la cadena: había nacido la "bicicleta".

En 1890 el inglés Dunlop puso neumáticos a las ruedas de este vehículo.

Pero dejando la aplicación de la rueda a los medios de transporte, veamos cómo ha sido utilizada en otras máquinas.

Con su movimiento rotatorio, la rueda forma parte muy pronto de las máquinas que ayudan al hombre a elevar pesos la grúa, por ejemplo. En la grúa la rueda cambió de aspecto, se transforma en garrucha, es decir, una rueda acanalada en la que una cuerda o cadena puede pasar por dentro; así se formó la polea.



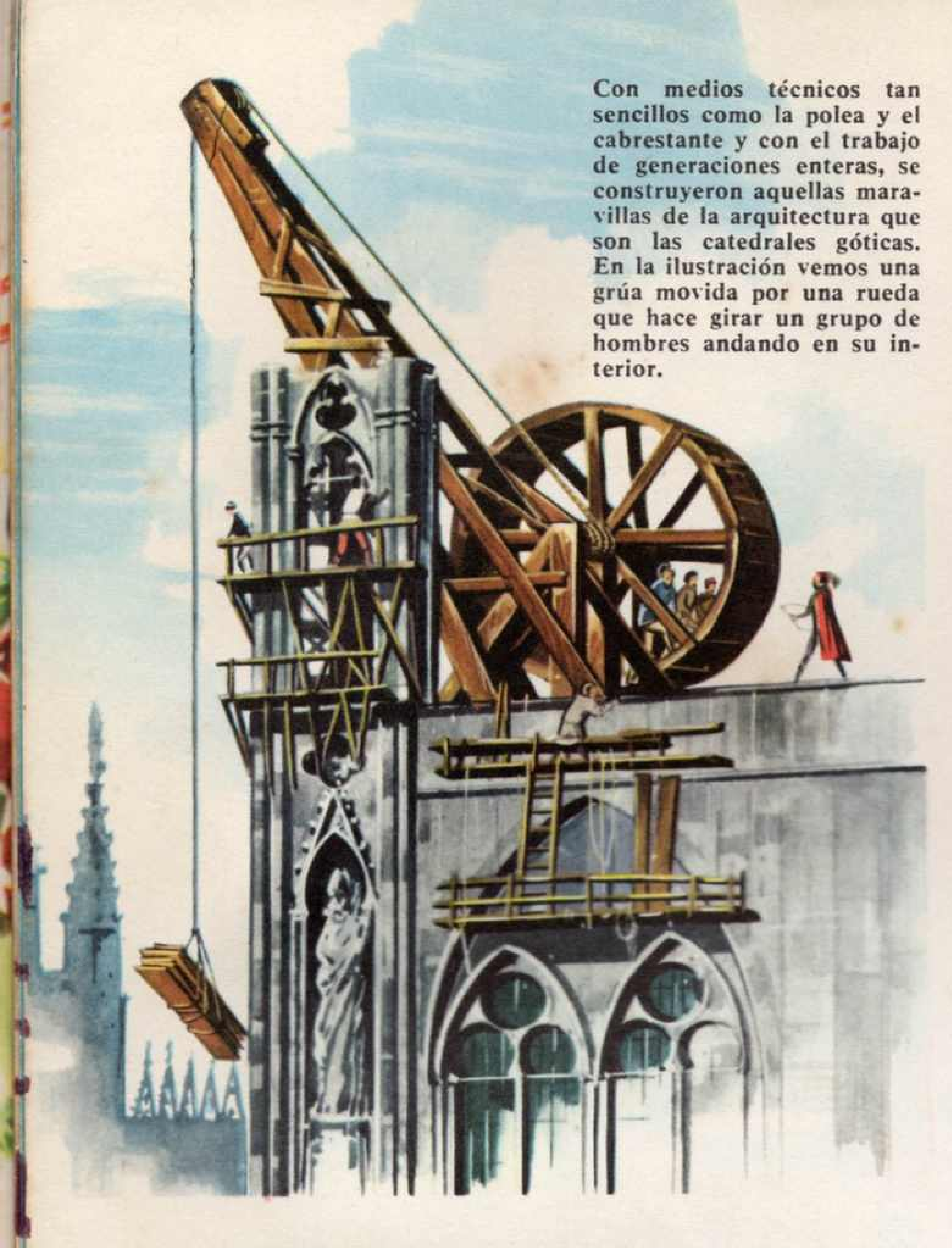
Antiguamente se usó ampliamente la polea en el campo de la edificación.

Las primeras grúas usadas por griegos y romanos para elevar bloques de piedra para la construcción, estaban formadas por robustas vigas llamadas "árboles", generalmente inclinadas. En el lugar donde se encontraban se fijaba una polea.

El sistema de poleas dobles o triples (polipasto), se debe al gran siracusano Arquímedes (287-212 a. de J C.), quien entusiasmado de la potencia de este artefacto dijo la famosa frase. "¡Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo!" Los romanos, en la época imperial, emplearon como cabrestante una rueda grandísima, que se hacía girar por el peso de los hombres que andaban dentro de ella.

Hasta en la Edad Media, la mayoría de

En Grecia y Roma se usó el polipasto y el cabrestante, consistente en un cilindro que gira en torno a un eje horizontal y vertical, y alrededor del cual se arrollan cuerdas y cadenas.



Con medios técnicos tan sencillos como la polea y el cabrestante y con el trabajo de generaciones enteras, se construyeron aquellas maravillas de la arquitectura que son las catedrales góticas. En la ilustración vemos una grúa movida por una rueda que hace girar un grupo de hombres andando en su interior.

las grúas funcionaban con la rueda cabrestante, con la diferencia de que la grúa se transformó en grúa con brazo, primero fijo y luego giratorio. Leonardo de Vinci proyectó una que se movía sobre raíles.

Pero hablemos de otra aplicación del movimiento rotatorio. Observemos la figura del alfarero de la página 31. El artesano mueve la rueda inferior con el pie y tiene las manos libres para modelar la arcilla que hay en el centro del disco superior He aquí la primera máquina rodante de la historia· el torno del alfarero. Los restos más antiguos de un torno de alfarero se remontan a 6.000 años, y fueron hallados en Mesopotamia.

Mucho menos antigua es la rueda hidráulica, usada todavía actualmente en el campo.

Los romanos la usaban también para llevar el agua a los acueductos y hacer que ésta llegase cerca de las minas, donde se utilizaba para el lavado de los minerales.

En el siglo I la rueda hidráulica entró a formar parte del invento revolucionario que fue el molino hidráulico.

El obelisco de 25 metros de altura que desde el siglo XVI se alza en la plaza de San Pedro, de Roma, fue elevado y colocado en su posición actual mediante un gran andamiaje provisto de poleas movidas por cabrestantes.

3000 años antes de Jesucristo ya se usaba para elevar el agua, necesaria para la irrigación, una rueda que llevaba recipientes a lo largo de su circunferencia. En el río Orontes (norte de Siria), existen todavía enormes ruedas, que antiguamente elevaban el agua para verterla en los acueductos.

Esquema de una rueda hidráulica para la irrigación.

Los primeros hombres molían el grano batiéndolo, a fuerza de músculos, sobre la piedra. En numerosas masías de la época romana, se encontraba, cerca de la puerta, el mortero y su maza, aunque ya en aquellos tiempos existía el molino de viento, del que se pueden ver algunos ejemplares cerca de las excavaciones de Pompeya. estaba formado por dos gruesas muelas cilíndricas; la superior, móvil, se hacía girar por los esclavos o por animales. Más tarde se molió el grano en los molinos hidráulicos.

En éstos, las muelas se hacían girar por ruedas de palas movidas por la fuerza del agua.

El primer molino de este tipo, inventado, según parece, por los griegos, era muy burdo, tenía la rueda horizontal y se movía lentamente.

En el siglo primero el romano Vitrubio transformó este tipo de molino. Primero colocó la rueda hidráulica en posición vertical y, luego, valiéndose del conocimiento de la rueda dentada, engranó el árbol horizontal con el vertical que hacía mover la rueda su-

El arte del alfarero se eleva a la más remota prehistoria. El torno de alfarero consistía en una rueda unida a un perno vertical. Más tarde se puso otra rueda en la parte inferior, que el alfarero hacía girar con el pie con objeto de tener las dos manos libres para trabajar la arcilla.



ARRIBA: Tras la creación de la rueda hidráulica, apareció el molino de engranaje. La gran rueda de palas, sobre las que batía el agua, giraba sobre un eje por el que estaba fijado, en el interior el edificio, el engranaje. Por medio de éste, el movimiento vertical de la rueda se trasmitía a la muela de piedra.
ABAJO: Más tarde aparecieron los molinos de viento movidos por el mismo mecanismo.



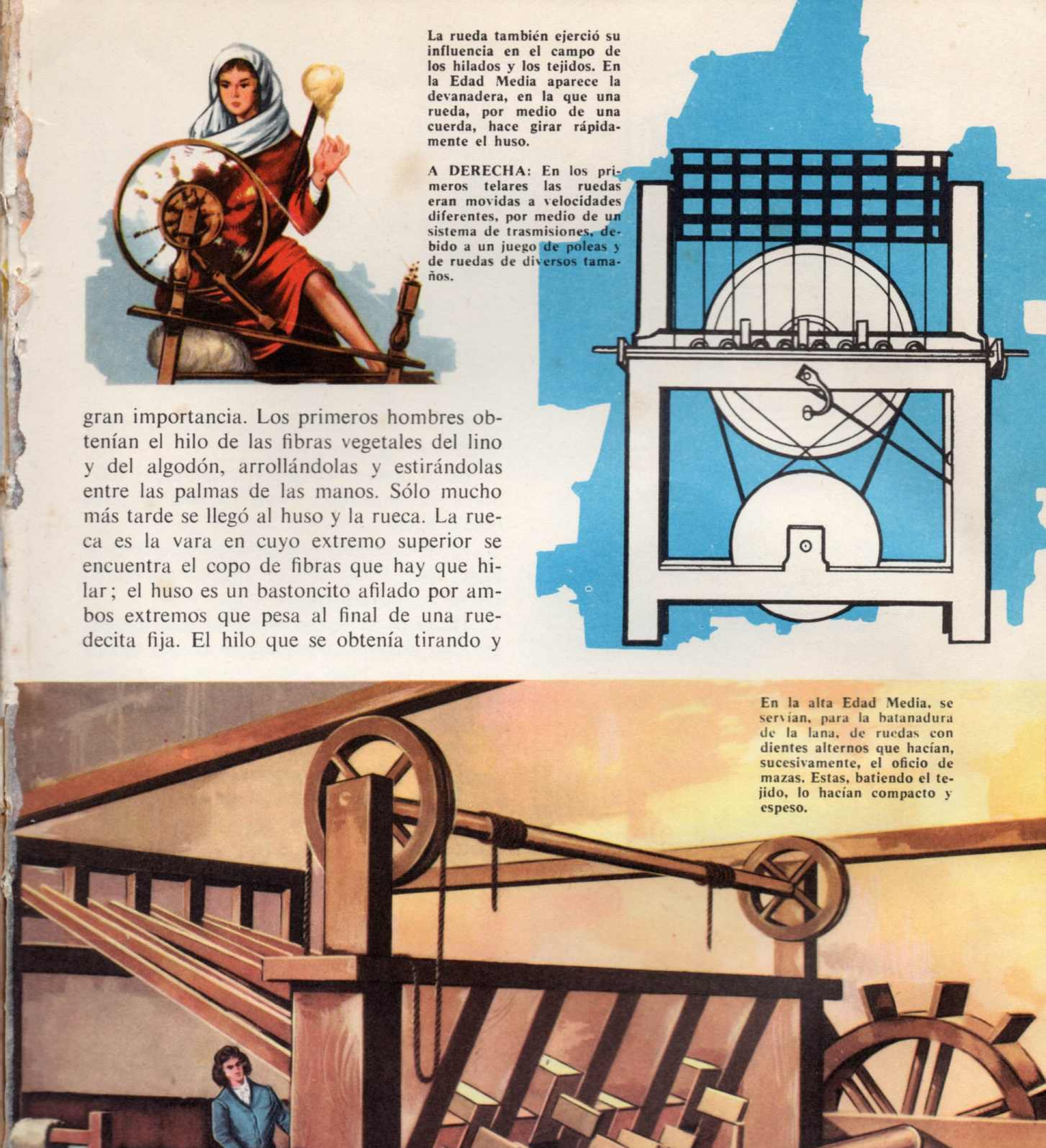
perior. Por lo tanto, los engranajes transformaron el movimiento de horizontal en vertical.

Los persas fueron quienes por primera vez aprovecharon la fuerza del viento para un trabajo útil. En algunos de sus documentos, que se remontan al año 950 de nuestra era, se habla de los molinos de viento para moler el grano y para extraer el agua. Estos molinos eran de dos plantas. En la superior estaban las muelas y en la inferior las ruedas de vela encerradas en una cámara donde el viento entraba por aberturas adecuadas.

Muy diferentes de éstos son los molinos occidentales de viento, con sus características aspas. Su mecanismo interno derívase del molino de Vitrubio, como se puede ver en la figura de la izquierda. En el siglo XIII estos molinos invadieron toda la llanura septentrional de Europa.

Los molinos hidráulicos fueron empleados también para desecar las minas, moler aceitunas, y mover mazas y fuelles, para "abatanar" los tejidos, es decir, batanear los paños hasta hacerlos parecidos al fieltro.

Hasta para el desarrollo de un arte antiquísimo, el de hilar y tejer, tuvo la rueda una

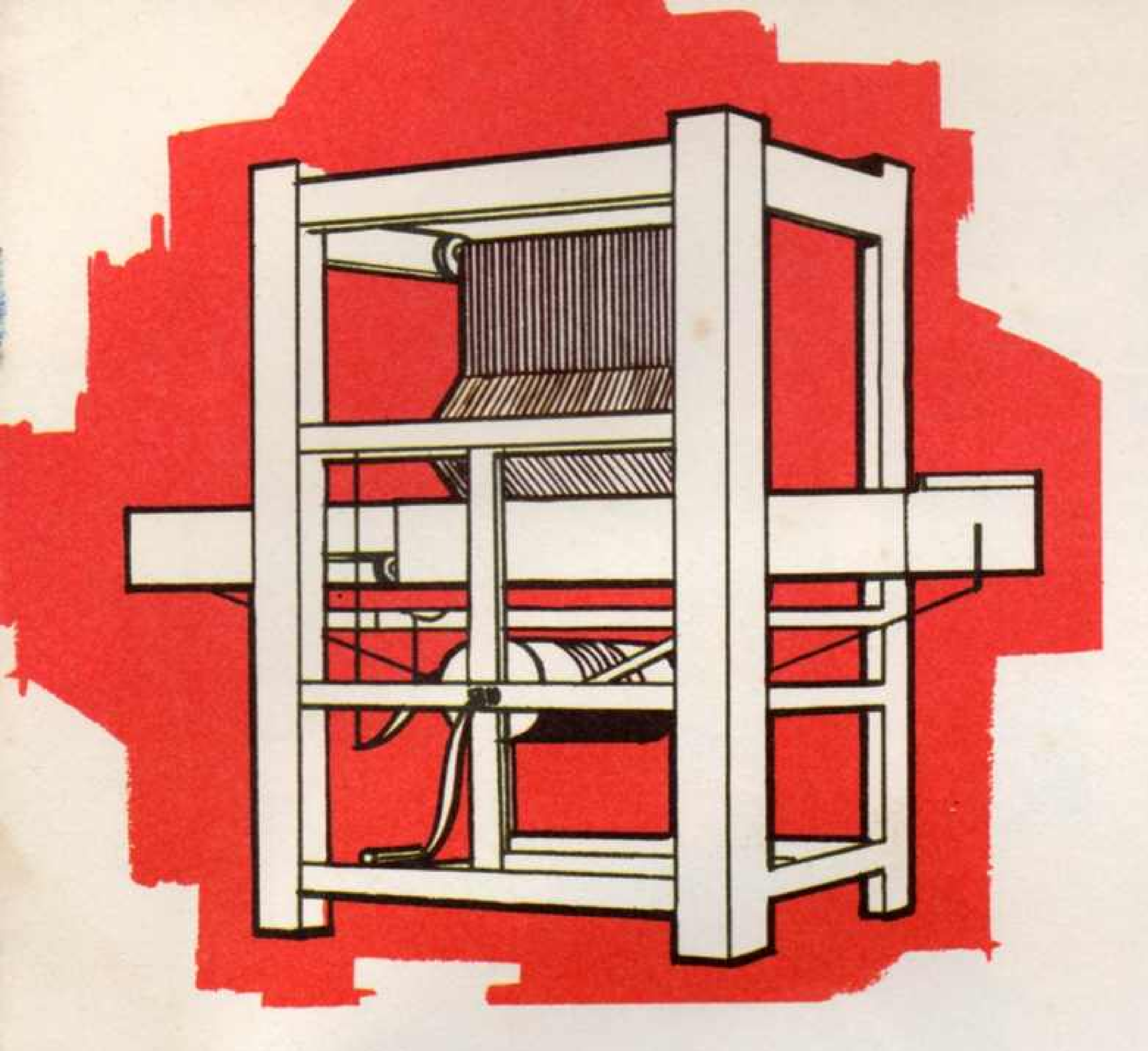


La rueda también ejerció su influencia en el campo de los hilados y los tejidos. En la Edad Media aparece la devanadera, en la que una rueda, por medio de una cuerda, hace girar rápidamente el huso.

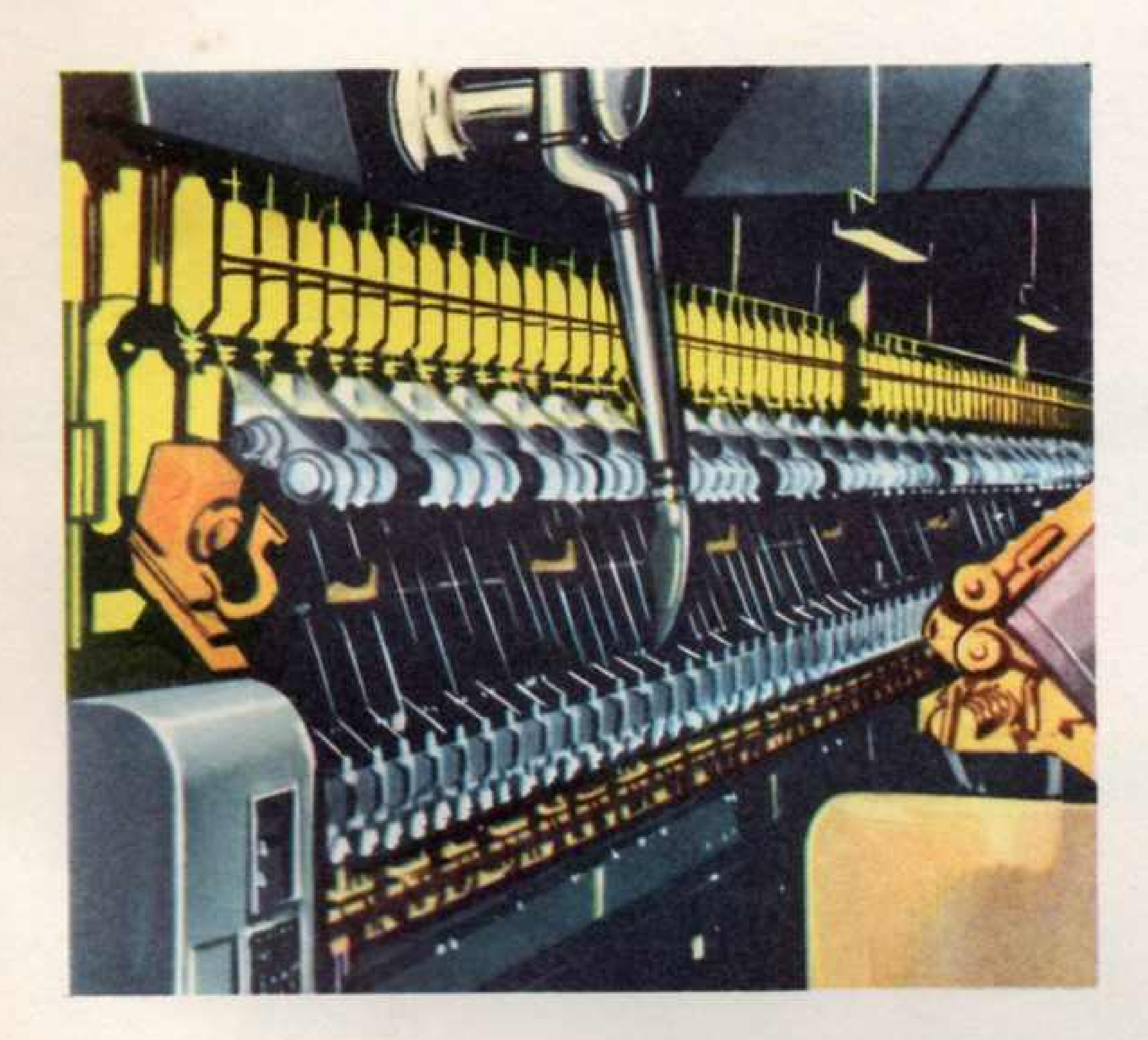
A DERECHA: En los primeros telares las ruedas eran movidas a velocidades diferentes, por medio de un sistema de trasmisiones, debido a un juego de poleas y de ruedas de diversos tamaños.

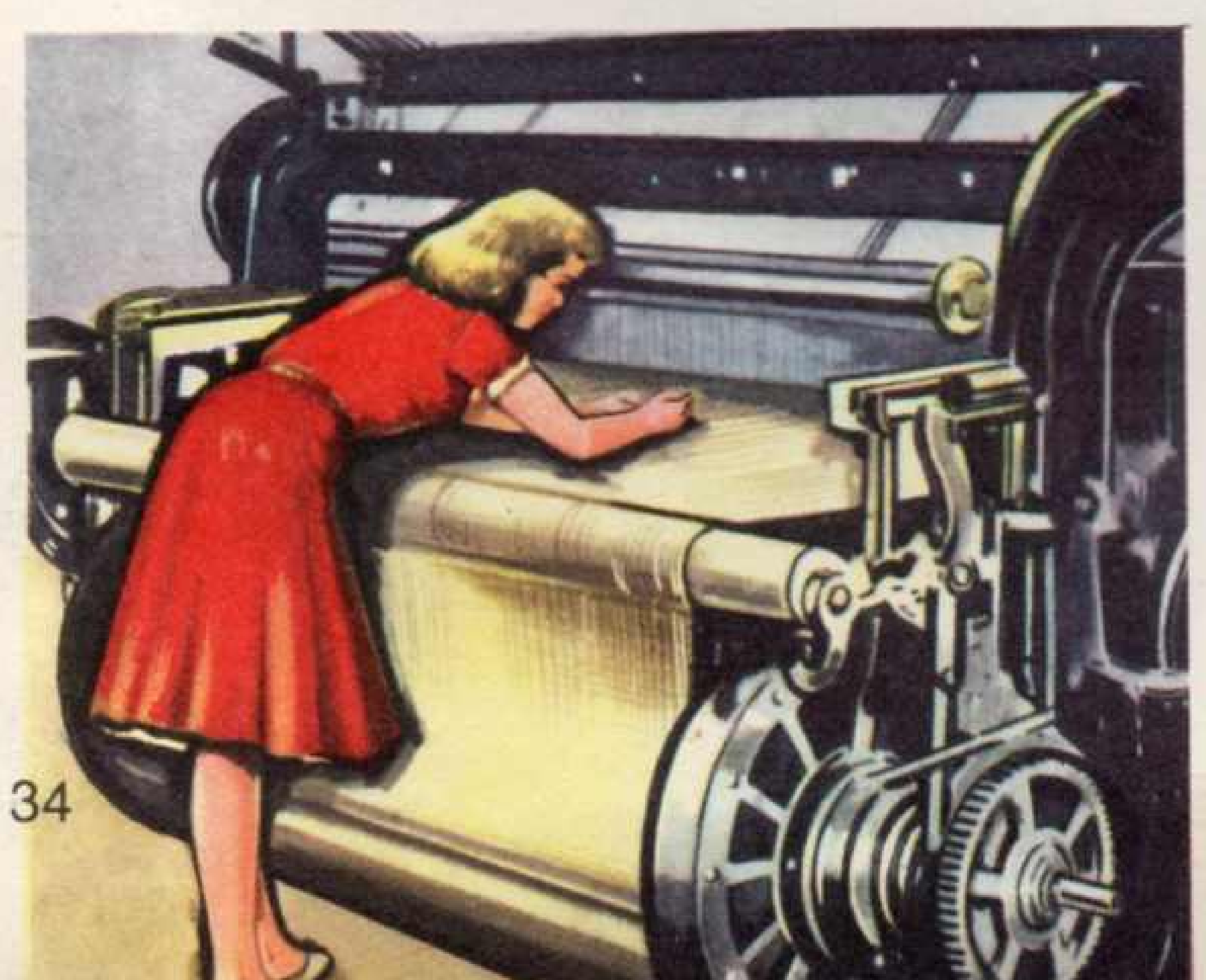
gran importancia. Los primeros hombres obtenían el hilo de las fibras vegetales del lino y del algodón, arrollándolas y estirándolas entre las palmas de las manos. Sólo mucho más tarde se llegó al huso y la rueca. La rueca es la vara en cuyo extremo superior se encuentra el copo de fibras que hay que hilar; el huso es un bastoncito afilado por ambos extremos que pesa al final de una ruedecita fija. El hilo que se obtenía tirando y

En la alta Edad Media, se servían, para la batanadura de la lana, de ruedas con dientes alternos que hacían, sucesivamente, el oficio de mazas. Estas, batiendo el tejido, lo hacían compacto y espeso.



El primer telar mecánico se debe a Cartwright y se construyó a fines del siglo XVIII.
ABAJO: Máquinas modernas de hilar y tejer. A través del tiempo, las máquinas de hilar, cada vez más complejas, fueron provistas de centenares de bobinas, y en las fábricas, los telares se alinearon en largas filas movidos, primero, por vapor y luego, por energía eléctrica.





retorciendo las fibras a mano, era de nuevo adelgazado y retorcido por el huso que giraba sobre sí mismo, movido por la mano. Huso y rueca fueron adoptados por toda la antigüedad clásica, hasta que en el medioevo se aplicó al huso la rueda giratoria. De este modo nació el "molinete". Continuaba siendo un modo de hilar con la rueca y el huso, pero el huso no se le hacía girar directamente con la mano, sino por una polea movida manualmente. En el siglo XV el molinete fue perfeccionado, y con un sistema de poleas se obtuvo una máquina que torcía el hilo y lo envolvía en un carrete.

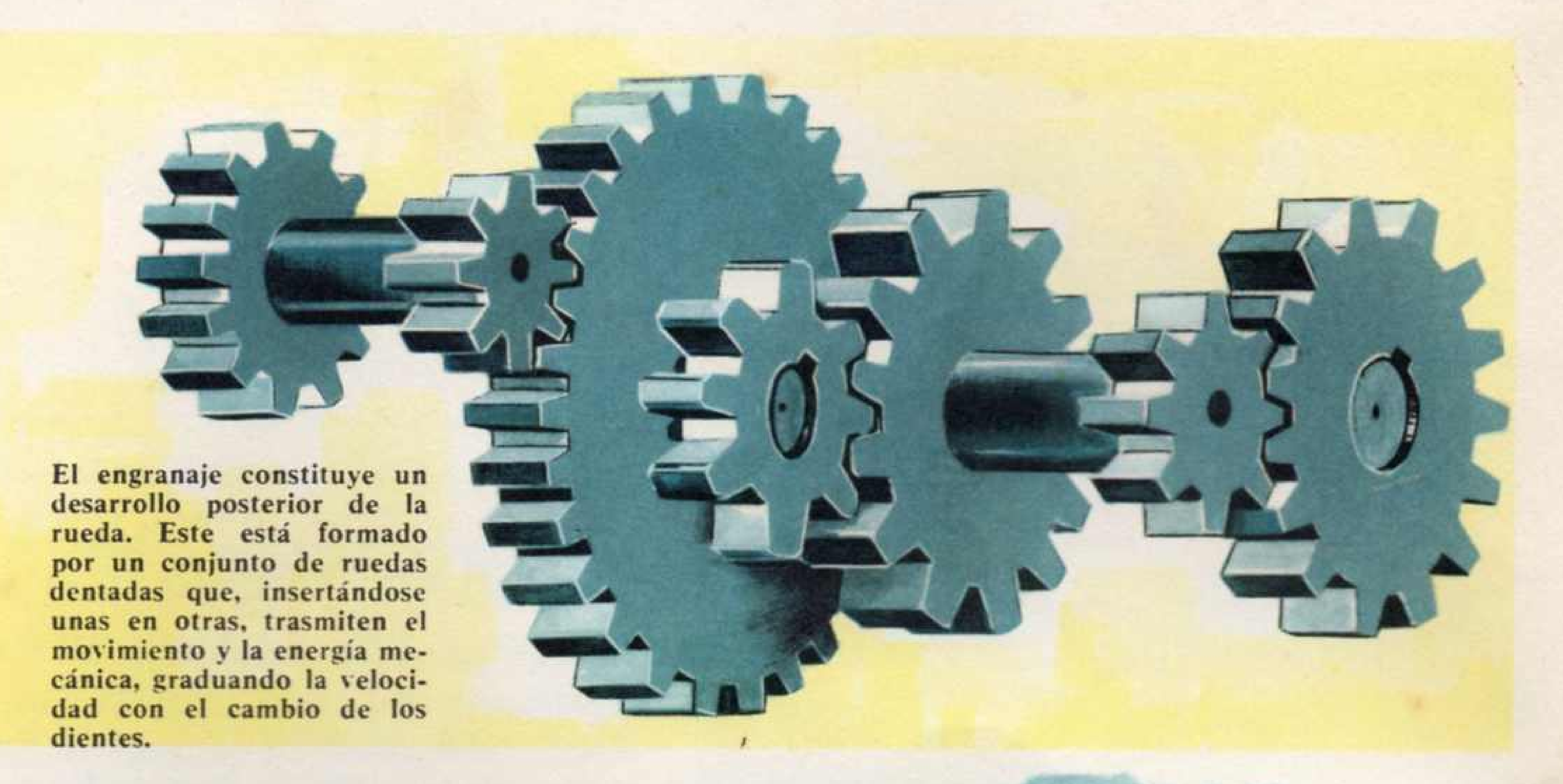
En el siglo XVIII fueron construidas hiladoras con numerosos husos que hilaban otros tantos hilos.

El instrumento necesario para tejer es el telar. Hace 5.000 años ya existían en Egipto telares rudimentarios.

Hasta en su forma más primitiva, el telar era una máquina compleja en la que se disponían unos hilos verticalmente, la urdimbre, y otros horizontales a través de aquéllos, la trama, de modo que unos y otros se entrecruzasen por encima y por debajo. Con unos bastoncillos se separaban los hilos pares de los nones, creando un vacío, calada, a través del cual pasaban los hilos envueltos en la lanzadera. Con el peine, en fin, se empujaban uno contra el otro los hilos de la trama.

Durante toda la Edad Media se empleó el telar de este tipo. Luego, en el transcurso de los siglos, esta máquina sufrió varias modificaciones.

Como es natural, en primer lugar se buscó el modo de mecanizar el trabajo de los tejedores, que se hacía completamente a mano. A ello se llegó gradualmente. Primero se ideó un sistema para elevar y bajar los hilos por medio de pedales; luego, en 1733, el inglés John Kay inventó la "lanzadera volante" que era "lanzada" de una parte a la otra a través de la calada por medio de cuerdas, y manipulada con una sola mano. En tercer lugar se pensó hacer depender los tres movimientos del tejedor (formación de la ca-



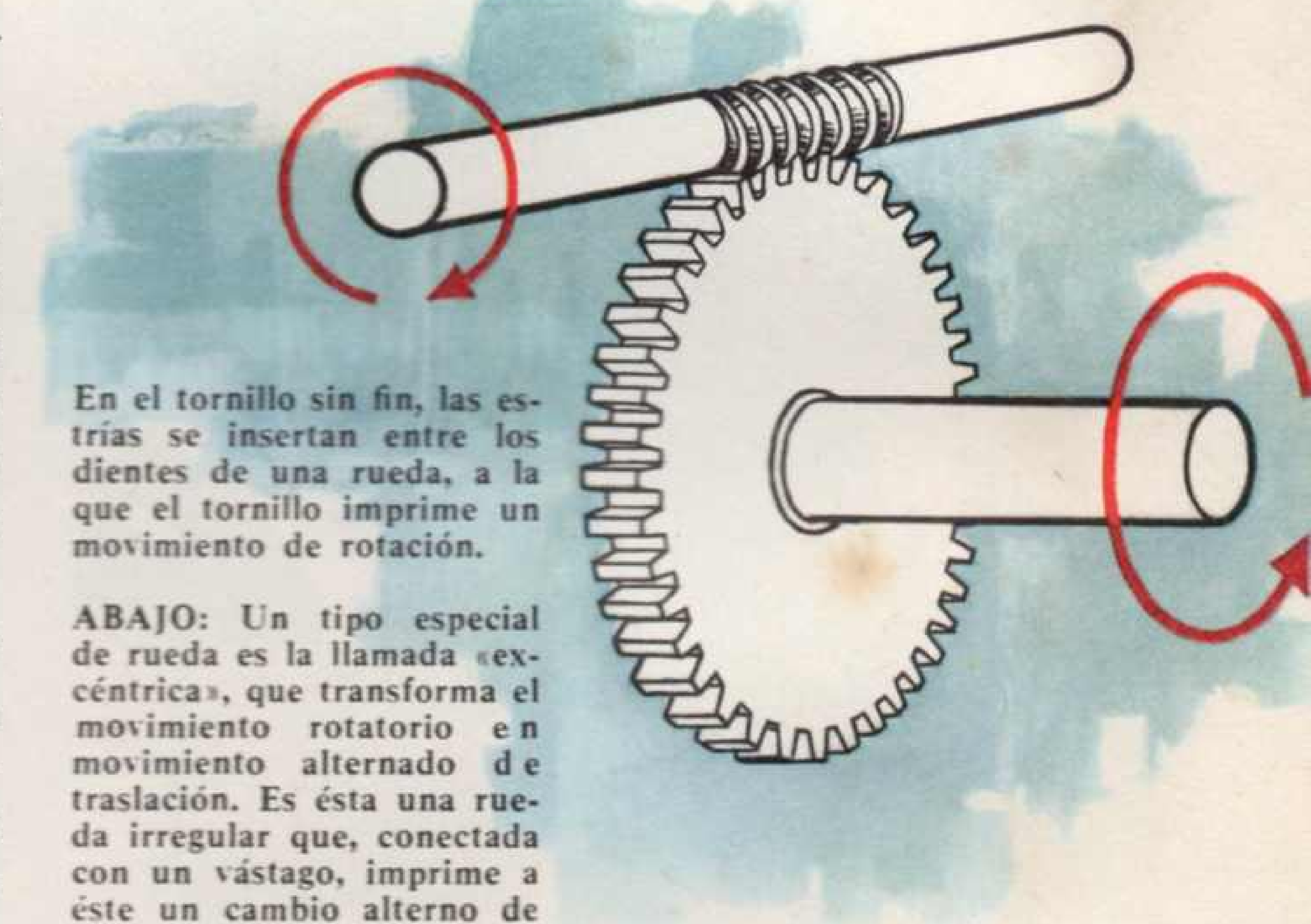
El engranaje constituye un desarrollo posterior de la rueda. Este está formado por un conjunto de ruedas dentadas que, insertándose unas en otras, trasmiten el movimiento y la energía mecánica, graduando la velocidad con el cambio de los dientes.

lada con los pedales, lanzamiento de la lanzadera y peinado de la trama con el peine), de un solo órgano motor. En 1785 un sacerdote y poeta inglés, Edmund Cartwright (los ingleses estaban en la vanguardia en el campo de los tejidos), obtuvo la primera patente de un telar mecánico que podía ser movido por el agua o por otra fuerza. En 1803 se instaló en Manchester la primera fábrica con telares mecánicos de algodón.

Todo cuanto se ha dicho hasta ahora, se refiere a los telares para tejidos "sencillos", es decir, sin dibujos. El primer telar para tejidos con dibujos que apareció en Europa fue construido por el italiano Giovanni el Calabrés, en el siglo XV.

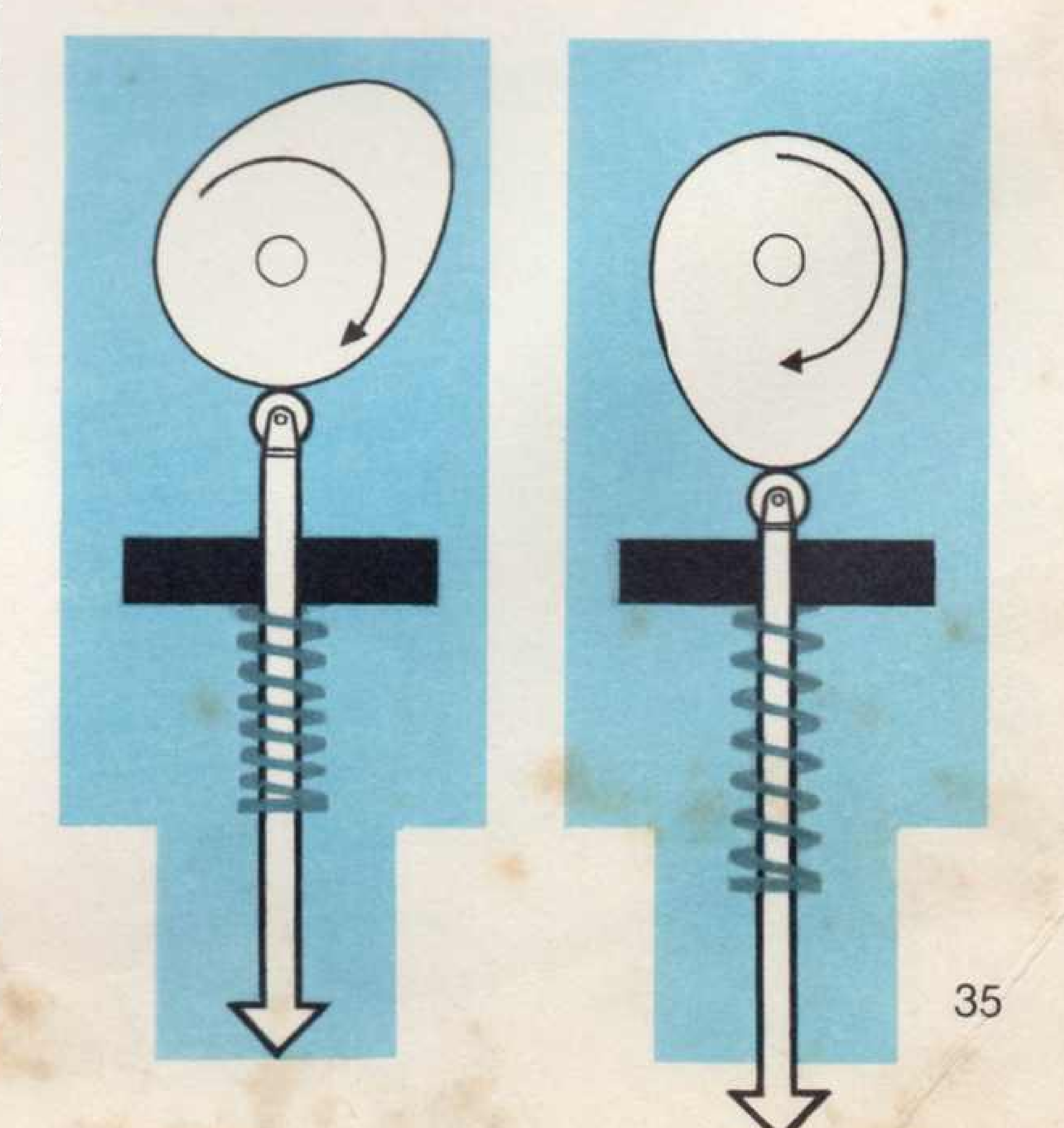
Los primeros telares, lentos y complicados, sufrieron varias modificaciones por obra de los franceses, hasta que en 1808 el francés Joseph Marie Jacquard, combinando las ideas de sus predecesores, creó un magnífico telar mecánico.

Los telares actuales, veloces y movidos eléctricamente, no son muy diferentes de los de Cartwright y de Jacquard.



En el tornillo sin fin, las estrías se insertan entre los dientes de una rueda, a la que el tornillo imprime un movimiento de rotación.

ABAJO: Un tipo especial de rueda es la llamada «excéntrica», que transforma el movimiento rotatorio en movimiento alternado de traslación. Es ésta una rueda irregular que, conectada con un vástago, imprime a éste un cambio alterno de movimiento.



EL RELOJ



Observando el cielo, los hombres descubrieron que ciertas estrellas se encontraban agrupadas siempre en el mismo orden, y que a pesar de cambiar de lugar con el transcurso de las horas, continuaban agrupadas del mismo modo.

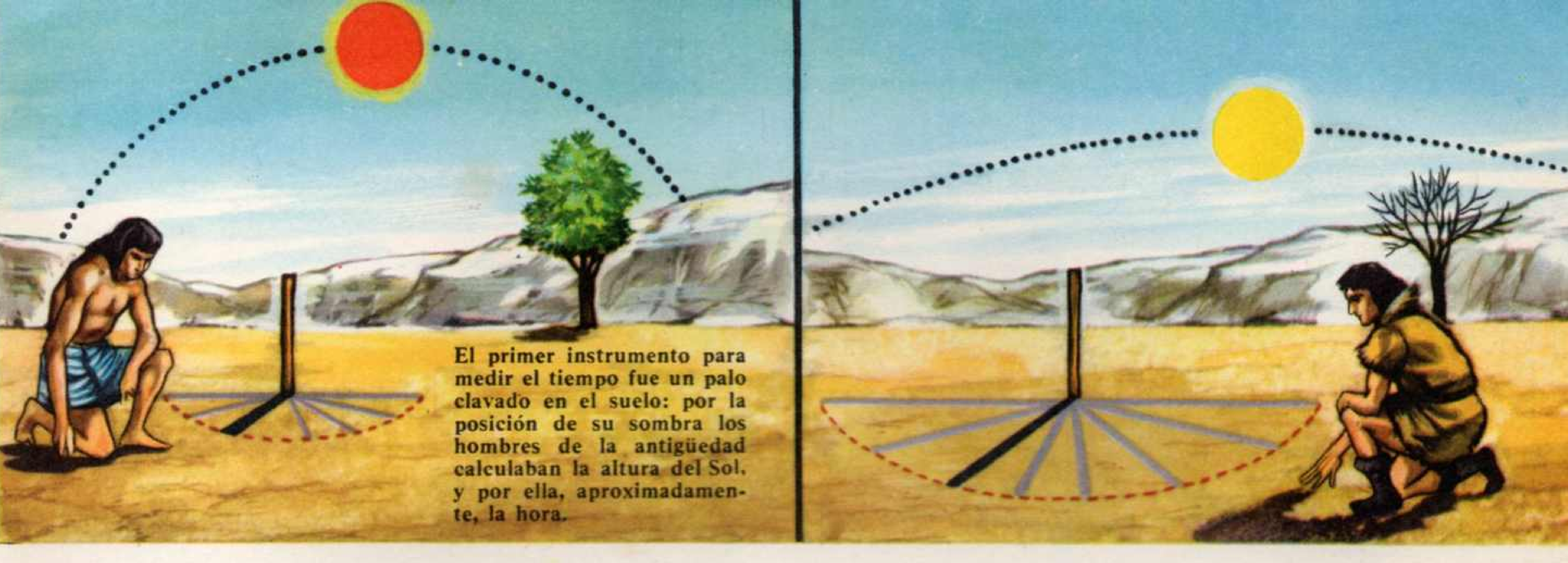


Medición del tiempo

Los primeros hombres, que vivían principalmente de la caza y de las frutas, no sentían la necesidad de conocer la hora exacta y los períodos del año. Cuando tenían hambre, comían; cuando tenían sueño, dormían; cuando caían las sombras de la noche se retiraban a sus refugios. Pero cuando la sequía y el hambre los obligaron a viajar para buscar nuevos lugares para cazar, debieron aprender a orientarse y eso lo hicieron observando la posición de las estrellas y del Sol. Escrutando el cielo vieron que algunos grupos de estrellas formaban dibujos fácilmente reconocibles. Su atención se fijó sobre todo en una constelación· el Carro u Osa Mayor, que todas las noches se encuentra sobre nosotros. Aquellos hombres observaron que esta constelación rueda lentamente en torno de un punto fijo, esto es, en torno de una estrella (la Estrella Polar), que parece inmóvil en el cielo. También advirtieron que todas las constelaciones giran en torno a esta estrella, y como ésta se mantenía en el cielo siempre en el mismo lugar, era fácilmente reconocible, con lo que constituía un guía seguro en su camino.

Para encontrar a la Estrella Polar no tenían más que prolongar en el cielo la línea recta que une las dos últimas estrellas del Carro.

Con la observación del cielo, aquellos hombres aprendieron también que, caminando en dirección de la Estrella Polar, se va hacia el norte; que el este es el lugar por donde sale el Sol y el oeste el lugar por don-



El primer instrumento para medir el tiempo fue un palo clavado en el suelo: por la posición de su sombra los hombres de la antigüedad calculaban la altura del Sol, y por ella, aproximadamente, la hora.

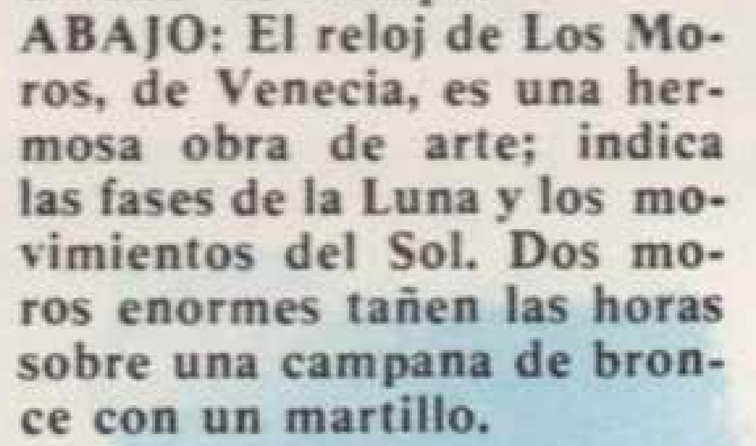
de el Sol se pone. Todo esto, naturalmente, lo aprendieron lentamente y con esfuerzo, a través de experiencias de miles y miles de años.

Poco a poco los hombres aprendieron también a subdividir el tiempo que para ellos pasaba de un modo continuo. Su primer reloj fue, una vez más, el cielo. La observación del Sol, de la luna y de las estrellas, les dio el sentido del tiempo que pasa. La luna que se estrecha como una hoz y aparece llena a los treinta días, les enseñó a calcular el período de tiempo al que se llamó mes. Las doce constelaciones del zodíaco, que se alzan en el cielo cambiando todos los meses, les hicieron intuir una división más vasta del tiempo: el año. Las mismas constelaciones les indicaron el retorno de las estaciones. Y estos conocimientos adquiridos por la experiencia de su vida de cazadores, adquirieron gran importancia cuando se establecieron dedicándose a la agricultura, para lo que les era necesario coconocer la época de la sementera y de la recolección. Un palo clavado en el suelo les sirvió para subdividir, de un modo aproximado, la duración de la jornada. La sombra del Sol marcaba sobre el suelo un semicírculo que dividían en partes iguales: la parte central correspondía a la mitad del día. Y ello les llevó a observar que la sombra, en el verano, era más corta que en invierno, porque el Sol, en verano, estaba más alto en el horizonte, y, en invierno, más bajo. De este modo, con la ayuda del Sol y de las estrellas, obtuvieron un calendario del año bastante exacto. Los egipcios sabían ya que el año tenía más de 365 días y lo calculaban de 365

Los griegos perfeccionaron el reloj de Sol dándole una mayor exactitud en la determinación de la hora.







Pero el reloj de sol sólo señalaba la hora cuando había Sol. Por ello los griegos se vieron precisados de inventar la clepsidra o reloj de agua. Por un gollete, el agua pasa de un recipiente a otro de idéntica forma y dimensiones, estableciéndose una unidad de tiempo.

ABAJO: El reloj de Los Moros, de Venecia, es una hermosa obra de arte; indica las fases de la Luna y los movimientos del Sol. Dos moros enormes tañen las horas sobre una campana de bronce con un martillo.





La tradición popular afirma que Galileo descubrió el isocronismo del péndulo, al observar el movimiento de una gran lámpara de bronce, en el Domo de Pisa.
ABAJO: Proyecto de péndulo ideado por Galileo.

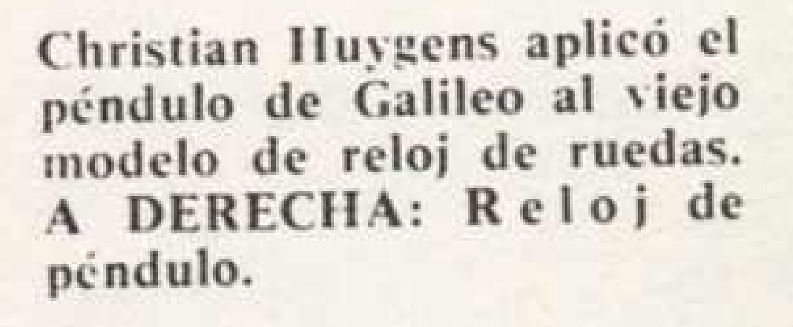
días y un cuarto. exactamente como nuestro calendario, que establece un año bisiesto de 366 días cada cuatro años.

Cuando el hombre progresó adquiriendo una mayor civilización y comenzó a construir ciudades, le fue muy importante y necesario conocer las horas del día.

Primero usaron la meridiana que, con su sombra, divide el día desde el alba hasta la puesta del Sol en partes llamadas "horas". Pero ello era inexacto porque como los días de verano son más largos que los del invierno, la hora de verano era más larga que la invernal.

Una precisión mayor se obtuvo con la clepsidra, formada por dos recipientes de vidrio superpuestos y comunicados entre sí por







Christian Huygens aplicó el péndulo de Galileo al viejo modelo de reloj de ruedas. A DERECHA: Reloj de péndulo.

un pequeño agujero. el tiempo se medía por el paso del agua del recipiente superior al inferior.

Durante varios siglos el tiempo se midió por medio de un curioso reloj muy sencillo: consistía en un cuenco redondo con un agujero, que se colocaba sobre el agua y que se iba llenando poco a poco hasta que se hundía; y como siempre empleaba el mismo tiempo hasta que se iba al fondo, era una cómoda medida de tiempo al alcance de todos.

Hace cerca de seiscientos años tuvo éxito un reloj de agua, muy complejo ya para aquellos tiempos. Estaba formado por un pequeño depósito en el que el agua elevaba una



Ruedas dentadas de todos los tamaños, complicados engranajes, relojes de pared y de bolsillo e instrumentos de precisión: de este modo se presentaba una tienda de maestro relojero, en el siglo XVIII.



En la torre del palacio del parlamento de Inglaterra hay un célebre reloj, cuyas campanadas son caras a los londinenses. Se llama Big Ben, es decir, Gran Benjamín, y es famoso por sus dimensiones y por su exactitud.

en el siglo XVII, que construyó el reloj de péndulo en el que el movimiento siempre igual de éste hacía rodar un mecanismo que movía regularmente las saetas. Se había abierto el camino para que el hombre pudiese construir relojes de todas las clases (de torre, de mesa, de bolsillo, de pulsera), capaces de marcar la hora, minutos y segundos, hasta los modernos relojes atómicos.

En los relojes pequeños no existe el péndulo. La fuerza motriz radica en un muelle (cuerda), que en su movimiento de expansión genera la energía suficiente para hacer funcionar el reloj durante cierto tiempo.

pequeña boya y generaba la caída de un contrapeso; este movimiento, transmitido a un eje que rodaba, originaba una vuelta completa de la esfera sobre el cuadrante.

Hasta este período la medida del tiempo fue aproximada.

Galileo Galilei, tras haber observado por casualidad las oscilaciones de un lampadario de la catedral de Pisa, realizó experimentos llegando a establecer que todos los péndulos de la misma longitud tenían oscilaciones de la misma duración.

Este descubrimiento facilitó una mayor precisión en los relojes, y fue aprovechado por el científico holandés Christian Huygens,



Además de los diferentes relojes para deportistas y hombres de negocios, existen otros tipos, como los de mesa y los de bolsillo que se llevan, generalmente, atados a una cadena.



El cronómetro es indispensable en las carreras deportivas.

A LA DERECHA: Hoy existen relojes impermeables de precisión, empleados por los submarinistas.

LA ESCRITURA



Cuando el hombre comenzó a organizarse en sociedad, sintió la necesidad de expresar de un modo duradero, algunas de sus relaciones con sus semejantes. El que poseía campos o ganado, debía medirlos o contarlos, cosa que hizo tallando algunas muescas sobre un trozo de madera. Con ello estableció los primeros signos de la escritura.

Los babilonios dibujaban sobre tablillas de arcilla (que luego cocían al horno) imágenes. Esta escritura pertenece a la fase en que las imágenes representan a los objetos de los que se quiere hablar y no tienen ningún valor fonético.

Los egipcios expresaban sus pensamientos por medio de los jeroglíficos que encontramos esculpidos en piedras o pintados en las paredes de las tumbas.

Dibujos que se transforman en letras

El paso de la caza a la agricultura, que marcó el paso al neolítico, obligó al hombre no ya a medir el tiempo, sino también a tomar notas. Los agricultores tenían necesidad de saber cuántos bueyes y corderos poseían, la extensión de sus tierras y la cantidad de sus cosechas, para lo cual fue preciso encontrar un modo de escribir. Las primeras letras no fueron más que barras o señales sobre un pedazo de madera. Las cifras romanas I, II, III, son los restos de aquellos signos primitivos: una barra significaba 1, dos barras 2, tres barras 3. Sin embargo, esto no bastaba: era inútil trazar barras si no se añadía otro signo para señalar que se trataba de tres cerdos, tres ovejas o tres sacos de grano. Y de este modo los hombres comenzaron a trazar dibujos como cabezas de cordero, de cerdo, sacos de grano y otras cosas que indicaban las palabras. Aunque los hombres hablasen una lengua diferente, podían comprender muy bien que tres barras y una cabeza de cordero significaban tres corderos. Sin embargo, este modo de escribir por medio de signos-cosa, presentaba también ciertas desventajas que se hicieron más evidentes con el paso del tiempo, cuando los hombres comenzaron a vivir en las ciudades y la vida se hizo más complicada. Porque entonces se hizo necesario una infinidad de signos, y además surgió un nuevo problema: ¿cómo indicar las ideas abstractas? Representar cosas concretas era fácil, pero ¿cómo dibujar la virtud, el bien o el mal? Para estas ideas se recurrió a signos convencionales, o bien

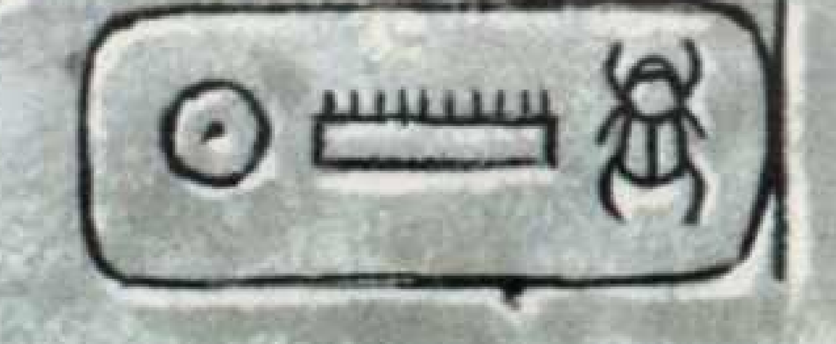
se combinaron dos signos. Para comprender esto pensemos en lo que sucede hoy en la escritura china, creada hace 3.000 años y usada aún, casi en la misma forma en que se creó. (Damos como ejemplo la escritura china porque ésta no está compuesta de letras como la nuestra y porque cada uno de sus caracteres representa una palabra.) Los chinos para expresar una idea abstracta unen dos palabras diferentes: y así, el carácter que indica "mujer" más el que indica "hijo", dan la palabra "bien" Se escribe con signos-ideas

De la escritura jeroglífica se conocen cerca de tres mil caracteres, de los que con mayor frecuencia se empleaban unos seiscientos.

A LA DERECHA: Ejemplo de signos jeroglíficos. **ABAJO:** Ejemplo de frase escrita con signos jeroglíficos.











i	ro	ha	ni	ho
イ	ロ	ハ	ニ	ホ
い	ろ	は	に	ほ

En el Japón existen dos abecedarios: el «katakana», formado por fragmentos de caracteres chinos (parte central del grabado), y el «hiragana», formado por sus formas cursivas (parte inferior), con valor gramatical y fonético. En la parte superior: transcripción de los caracteres japoneses en letras latinas. A LA DERECHA: Caracteres de los alfabetos griego, latino y ruso. En el alfabeto griego, junto a las letras mayúsculas van las minúsculas y su pronunciación; en el ruso, junto a las mayúsculas su pronunciación

(ideogramas), y no con signos-cosa, por eso dicha escritura se llama ideográfica. Para poder escribir más rápidamente, los hombres comenzaron a simplificar los signos, hasta tal punto que, con el tiempo, se hizo muy difícil interpretarlos. Cada signo (y eran millares), debía aprenderse y recordarlo. Sólo unos pocos estudiosos eran, por ello, capaces de leerlos.

GRIEGO

Α	α	alfa
Β	β	beta
Γ	γ	gamma
Δ	δ	delta
Ε	ε	epsilón
Ζ	ζ	dseta
Η	η	eta
Θ	θ	zeta
Ι	ι	iota
Κ	κ	cappa
Λ	λ	lamba
Μ	μ	my
Ν	ν	ny
Ξ	ξ	xi
Ο	ο	omicrón
Π	π	pi
Ρ	ρ	ro
Σ	σ	sigma
Τ	τ	tau
Υ	υ	ypsilón
Φ	φ	fi
Χ	χ	ji
Ψ	ψ	psi
Ω	ω	omega

LATINO

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T V X Y Z

RUSO

А	a
Б	b
В	v
Г	gue
Д	d
Е	ye
Ж	dze
З	dse
И	i
І	i
Й	iskratko
К	k
Л	l
М	m
Н	n
О	o
П	p
Р	r
С	s
Т	t
У	u
Ф	f
Х	j
Ц	ts
Ч	ch
Ш	sa
Щ	sca
Ъ	jer
Ы	jeri
Ь	jer
Ѣ	yat
Э	e
Ю	yu
Я	ya
Ѳ	f
Ѵ	idsitsa

Con el paso del tiempo los pueblos de las diferentes partes del mundo comenzaron a descubrir un modo de escribir más fácil: tomaron algunos dibujos y les dieron el valor de un "sonido". Los japoneses, por ejemplo, tomaron 94 dibujos del chino y los usaron como sílabas de su lengua, con los que reunieron dos silabarios: el Katakana y el Hiragana, compuesto cada uno de 47 signos. Esta ya no era una escritura con signos-cosa, o signos-ideas, sino con signos-sonidos (fonogramas), es decir, una escritura fonética. También nosotros cuando escribimos empleamos un sistema de notación fonético. A cada signo (a, b, c. .), corresponde un sonido.

De los silabarios japoneses, el Katakana, de caracteres rígidos y angulosos, se emplea, sobre todo, para transcribir palabras extranjeras; el Hiragana está más difundido y es más popular.

Hasta los egipcios, en la antigüedad, tuvieron una escritura esencialmente fonética. 3.000 años a. de J. C., existía ya en Egipto la escritura ideográfica, llamada "jeroglíficos" Pero como era bastante difícil de leer, fue acompañada de una forma simplificada, que se usó para la reproducción de textos sagrados· la escritura "hierática" La escritura hierática fue simplificada a su vez y apareció la "demótica", que era una escritura fonética. La famosa piedra de Rosetta, que dio la clave para comprender los jeroglíficos, presentaba, junto a éstos, la escritura demótica y su traducción en griego.

En Asia, los pueblos semitas crearon un alfabeto de 22 consonantes a las que añadieron 5 vocales.

El ensayo más antiguo de escritura fonética se encuentra en las tabletas fenicias de Ungarit (1.600 a. de J. C.).

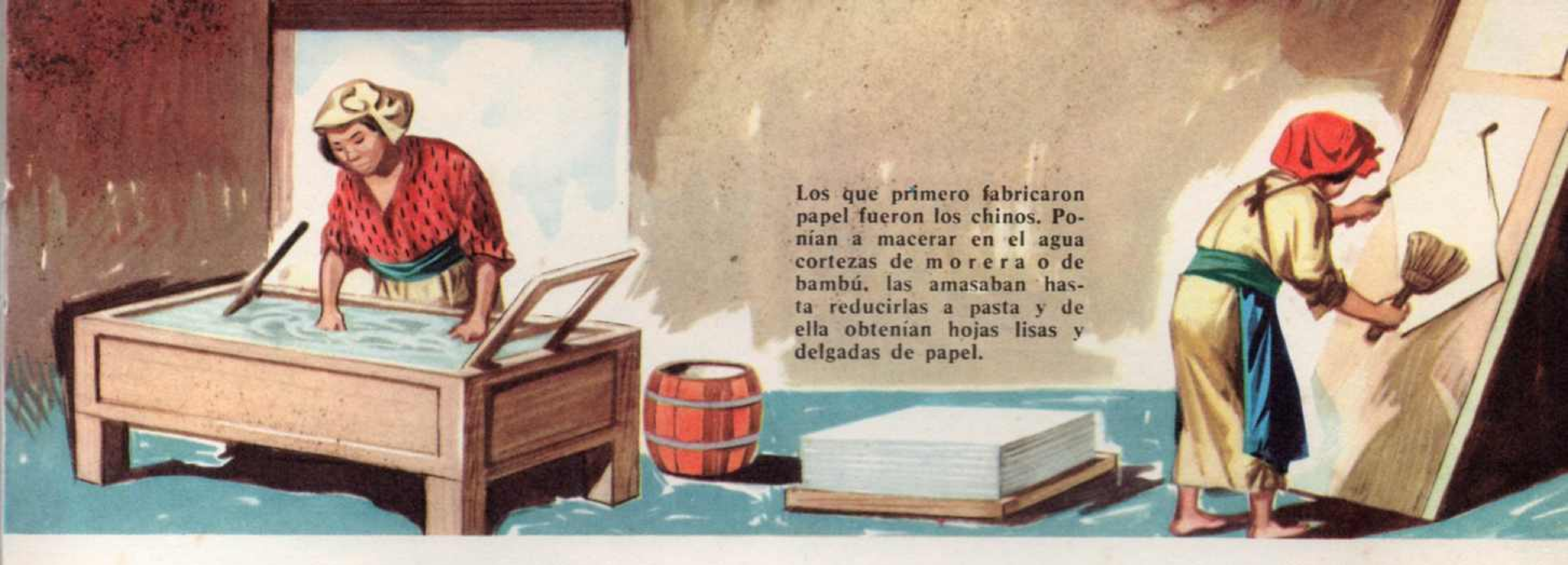
El alfabeto latino es diferente del griego y el ruso es diferente de estos dos, pero no obstante tienen algo de común.

A propósito del alfabeto ruso, usado en toda la Unión Soviética, recordaremos que es el de los pueblos eslavos y que fue inventado en el siglo IX por el misionero griego Cirilo, por lo que también se le da el nombre de escritura cirílica.

En todos los países del mundo donde se usa el alfabeto, basta con conocer 20 ó 30 signos para aprender a escribir, por lo que la invención del alfabeto hizo posible el comunicarse informaciones entre millones de



Los egipcios sólo empleaban la escritura en las grandes ocasiones. El escriba era un funcionario encargado de anotar los hechos y las fechas importantes de los reinados de los faraones. Para ello trazaba con un pincel hileras de jeroglíficos sobre hojas de papiro, que se conservaban en rollos o en bastidores de madera.



Los que primero fabricaron papel fueron los chinos. Ponían a macerar en el agua cortezas de morera o de bambú, las amasaban hasta reducirlas a pasta y de ella obtenían hojas lisas y delgadas de papel.

hombres. Pero esto crea un problema: ¿Cómo obtener cierto número de copias de un texto escrito?

En Mesopotamia, por ejemplo, el sello que llevaba los títulos del rey debía ser estampado en un gran número de documentos. En la China antigua, cada pieza de seda debía llevar estampado el nombre de su fabricante. En ambos países se inventaron medios muy sencillos para hacer frente a esta necesidad. Mucho antes de J. C. se usaba en Mesopotamia el sello de rodillo, mientras que en China se empleaba el sello tallado que dejaba su impronta en innumerables piezas de seda.

Sin embargo, todavía hacían falta muchos siglos para que el hombre aprendiese a reproducir miles de copias de un texto. Homero, Virgilio, Dante, Bocaccio, escribieron libros importantes, pero nunca los vieron impresos ni puestos en circulación entre un gran número de lectores. Esto fue debido a diferentes razones. El material donde se escribía en el viejo mundo occidental, era el papiro y el pergamino, ambos muy difíciles de encontrar. Sólo los ricos podían comprarlos en gran cantidad. Para fabricar doscientas hojas de pergamino se necesitaba 25 ovejas. Además, los libros estaban todos escritos a mano, y las copias eran pocas, porque sólo algunos ricos, amantes de la cultura, hacían que sus copistas reprodujesen las obras de los grandes escritores. Ello no impidió que hubiesen bibliotecas en la antigüedad. El procónsul romano Lucio Licinio Lúculo (109-57 a. de J. C.), fue el primero que tuvo una verdadera biblioteca.

Durante todo el medioevo, los monjes copiaron a mano, sobre pergamino, los textos sagrados y las obras de los escritores griegos y latinos. Muchas veces estas copias eran verdaderas obras maestras de arte, con miniados y decorados finísimos.



El arte de la fabricación del papel, que fue inventado en China, comenzó a difundirse en Europa hacia el siglo XIII. Sólo a partir de aquel momento los europeos pudieron servirse de un material barato para escribir, lo que no fue obstáculo para que durante una buena parte de la Edad Media, los libros en circulación fuesen copiados en pergamino. De hecho, el papel, aunque se encontraba sin dificultad, no se adoptó rápidamente para los libros, sino para los naipes y para las bulas papales, que eran estampadas por medio de tablillas de madera sobre las que se había grabado las palabras o el dibujo (xilografía). Hacia el siglo XIV se estamparon por este sistema algunos libros; todos los caracteres de una página eran grabados sobre una plancha de madera, la "matriz", que, entintada, daba varias copias. Pero a menudo alguna letra se desgastaba y, para substituirla, era necesario volver a hacer toda la matriz. Este inconveniente hizo surgir la idea de emplear caracteres móviles, primero en madera y luego en metal. El metal fundido entró en la imprenta, dando tantos ejemplares como se querían de cada letra del alfabeto y de las cifras, con lo que se podía escribir cualquier palabra o número, alineándolos para formar las líneas y las páginas. La matriz, de este modo obtenida, se entintaba por medio de almohadillas. Luego se la colocaba sobre una plancha y sobre ésta se imprimía un folio haciendo descender, por medio de una prensa, otra plancha superpuesta. Las ilustraciones eran pacientemente grabadas sobre planchas de metal.

Ya conocida en China desde tiempos remotos, la xilografía hace su aparición en Europa hacia el siglo XI. Se realizaba tallando el dibujo sobre madera que luego era entintado e impreso. En 1440, el alemán Juan Gutenberg (a izquierda), perfeccionó la impresión introduciendo caracteres móviles metálicos.

En las primeras imprentas se empleaban prensas a mano, en las que los folios eran impresos uno por uno; de este modo se llegaba a estampar hasta cien folios por hora.



Prensa metálica Columbia de 1820. A comienzos del siglo XIX aparecieron las primeras prensas metálicas, en las que el movimiento para bajar y subir la plancha se realizaba mediante un sistema de palancas y contrapesos.

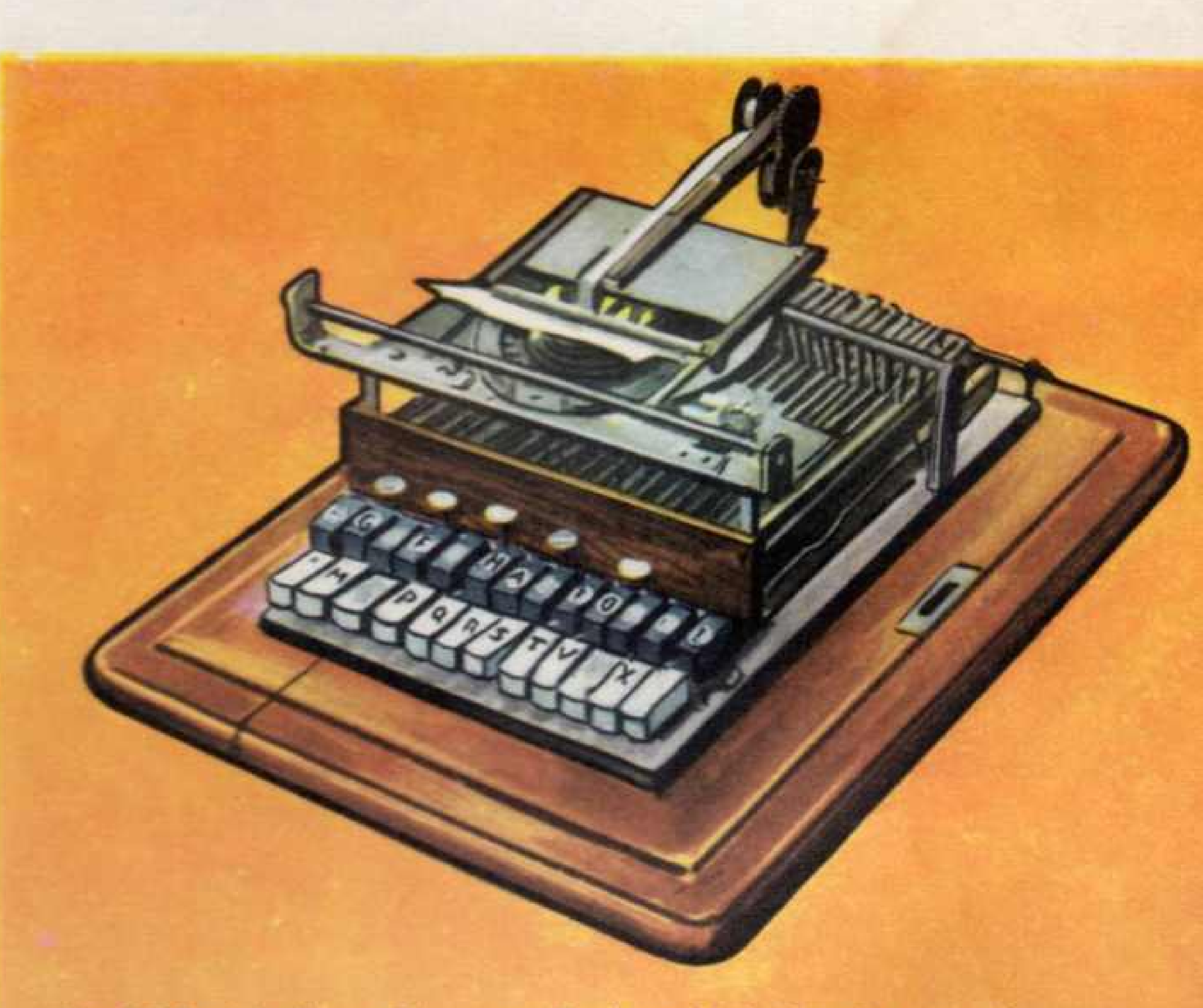
En China, la impresión presenta ciertas dificultades. También las presenta en el Japón, aunque menos. Para imprimir un periódico en este país se necesitan, por lo menos, dos mil caracteres, lo que permite componer las páginas a máquina por medio de la linotipia, máquina parecida a una gran máquina de escribir, que escoge las matrices, funde los caracteres y los alinea. Para los diarios chinos se necesitan siete mil caracteres y la composición debe hacerse enteramente a mano.

Los coreanos fueron quienes inventaron, en 1401, la impresión por medio de caracteres móviles. En Europa el mérito de la invención se atribuyó al alemán Juan Gutenberg, tipógrafo de Maguncia. De su imprenta salió, en 1455, el primer libro impreso, la célebre Biblia latina a dos columnas llamada "Mazarina", porque se encuentra en la biblioteca Mazarina de París. Rápidamente se imprimieron otros libros.

Los libros impresos entre 1455 y 1530, es decir, cuando el arte de imprimir se encontraba en sus principios, se llaman "incunables" Se calcula que los incunables existentes son unos 450.000.

El invento de la impresión con caracteres móviles se difundió rápidamente en el mundo occidental, debido a que los caracteres de los alfabetos de estos pueblos son bastante sencillos.

En España las primeras ciudades que imprimieron libros fueron: Valencia en 1474, Zaragoza en 1475, Tortosa en 1477, Lérida en 1479 y Salamanca en 1480. En América la primera fue Méjico en 1535, seguida de Lima en 1584, Cambridge (EE. UU.), en 1638, Puebla (Méjico), Guatemala, Boston, Doctrinas (Paraguay), La Habana, Santa Fe (Colombia), etc.



En 1837 el italiano Giuseppe Ravizza ideó el «piano escribiente», que se puede considerar como el precursor de la máquina de escribir. Sus teclas, parecidas a las del piano, movían unas mazas en las que se encontraban las letras en relieve. Esta máquina, modificada y perfeccionada, ha dado paso a las modernas máquinas de escribir, producidas en escala industrial.



LA OPTICA



Las propiedades de las lentes eran poco conocidas en la antigüedad. Según la tradición Nerón acostumbraba a mirar los objetos a través de una gruesa esmeralda.

En el siglo XIII, el monje Vitellione estudió los fenómenos ópticos y escribió un tratado sobre este tema.

Los primeros anteojos se construyeron en el siglo XIII; estaban formados por lentes biconvexas y corregían la presbicia de los viejos.

Lentes para estudiar el Universo

Ya hemos visto que el hombre sabía fabricar vidrio desde la antigüedad, pero se servía de él, sobre todo, para construir pequeños recipientes y como adorno. Durante toda la Edad Media no se emplearon los vidrios para cerrar las ventanas, porque no se sabía fabricar grandes láminas. Y las espléndidas vidrieras de las catedrales góticas, no eran más que un mosaico de trocitos de vidrio, sujetados entre sí por una red de plomo.

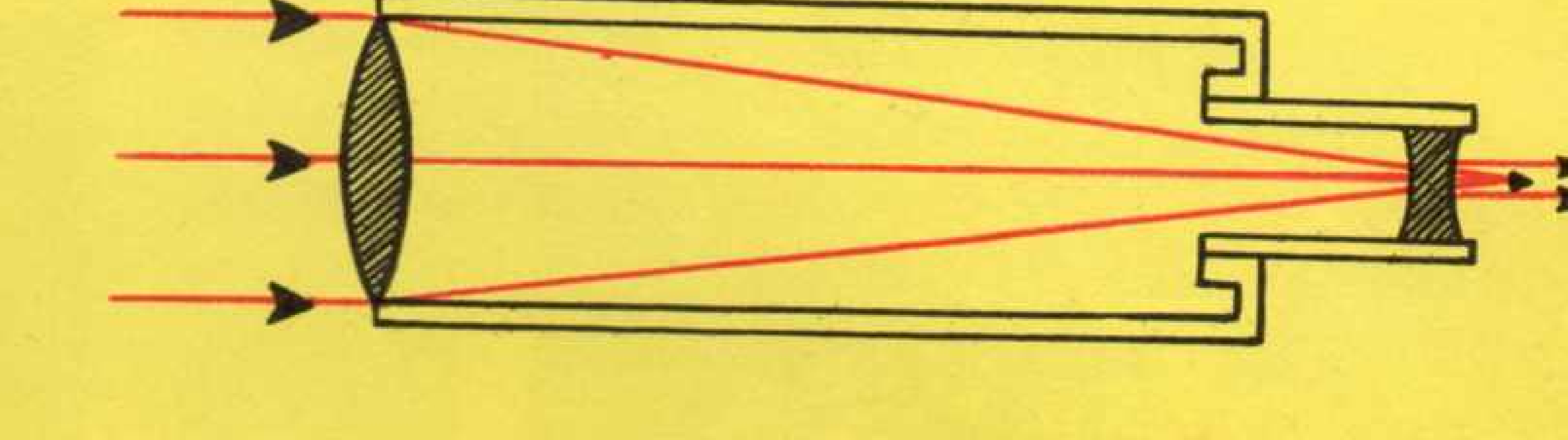
Las propiedades ópticas del vidrio, es decir, su relación con los rayos luminosos, sólo había interesado a unos pocos estudiosos sabemos que Arquímedes estudió la propiedad que tienen los espejos cóncavos de concentrar los rayos luminosos en un punto y que construyó los espejos ustorios, para incendiar a distancia las naves romanas. Hasta las propiedades de las lentes fueron poco advertidas. Sólo en el siglo XV se estudió con exactitud geométrica las propiedades de las lentes y se construyeron instrumentos para aumentar la visión de los objetos, lentes que se tenían en la mano por medio de una montura, o verdaderos anteojos como los modernos.

Cuando se pudo construir lentes perfeccionadas, nació fácilmente la idea de los anteojos de larga vista, un tubo más o menos largo, con lentes en ambas extremidades, para ver aumentados los objetos lejanos.

Varios estudiosos intentaron combinar lentes diferentes; parece ser que los primeros anteojos de larga vista fueron construidos en Holanda.



Anteojos de Galileo conservados en el Museo de la Historia y de la Ciencia de Florencia. Los anteojos de Galileo estaban constituidos por una lente biconvexa llamada «objetivo», que hacía converger los rayos luminosos en otra lente cóncava llamada «ocular», que agrandaba los objetos.



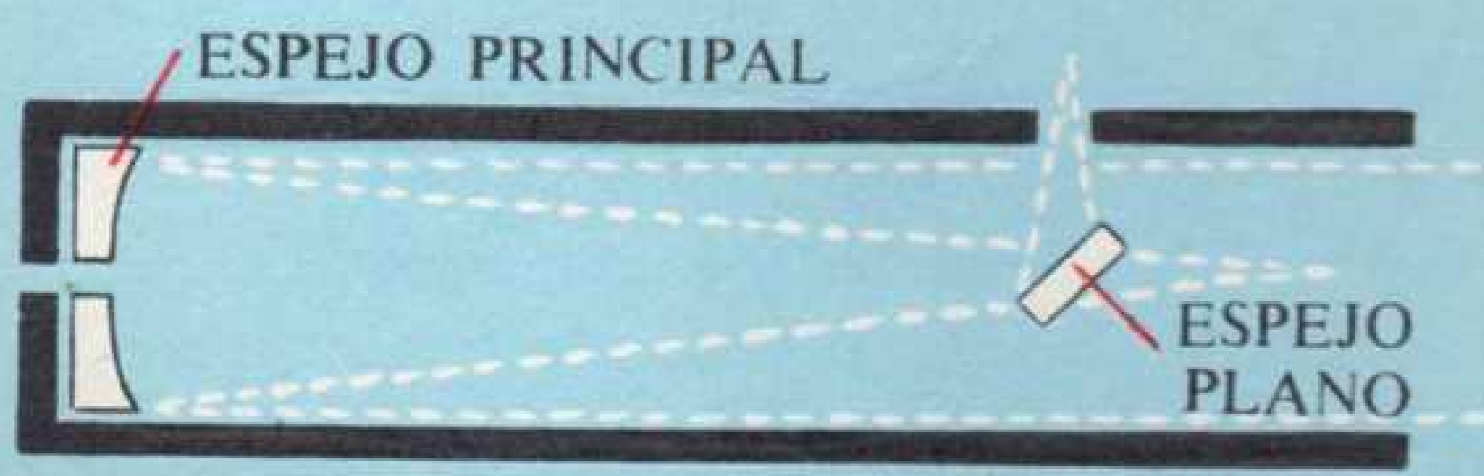
Telescopio de Newton.

Galileo tuvo noticia de la invención de los holandeses, y sin haber visto aquellos instrumentos, mediante el cálculo y la experiencia, siguiendo su método, construyó sus "anteojos", según escribe en una carta de 1609.

Este instrumento estaba constituido por un tubo de plomo de 2,9 m., con un diámetro de 42 mm., provisto de un objetivo biconvexo y de un ocular cóncavo, con un aumento de tres diámetros. Con ellos, el gran científico comenzó una serie de memorables descubrimientos astronómicos: los satélites de Júpiter, las fases de Venus, los mares de la Luna y las manchas solares. Desde entonces se fabricaron muchos anteojos de este tipo. Pero muy pronto se advirtió que estos instrumentos presentaban un inconveniente por el contorno de la imagen aparecía una molesta iridiscencia que la ensombrecía. Inútilmente se intentó encontrar una explicación que la justificase, hasta que Newton, estudiando las propiedades de la luz, descubrió que un rayo luminoso, pasando a través de un prisma, se descompone en rayos de diferente color Por lo tanto, eran las lentes de los anteojos las que descomponían la luz y producían aquel halo coloreado en derredor de los objetos.

Newton estudió unos nuevos anteojos en el que el objetivo estaba formado por un espejo cóncavo y no por una lente. En el telescopio de Newton, 1672, los rayos de luz, provenientes del objeto, son reflejados sobre un espejo cóncavo y desviados, por medio de otro espejo plano, hacia el ocular, a través de un orificio practicado lateralmente en el tubo.

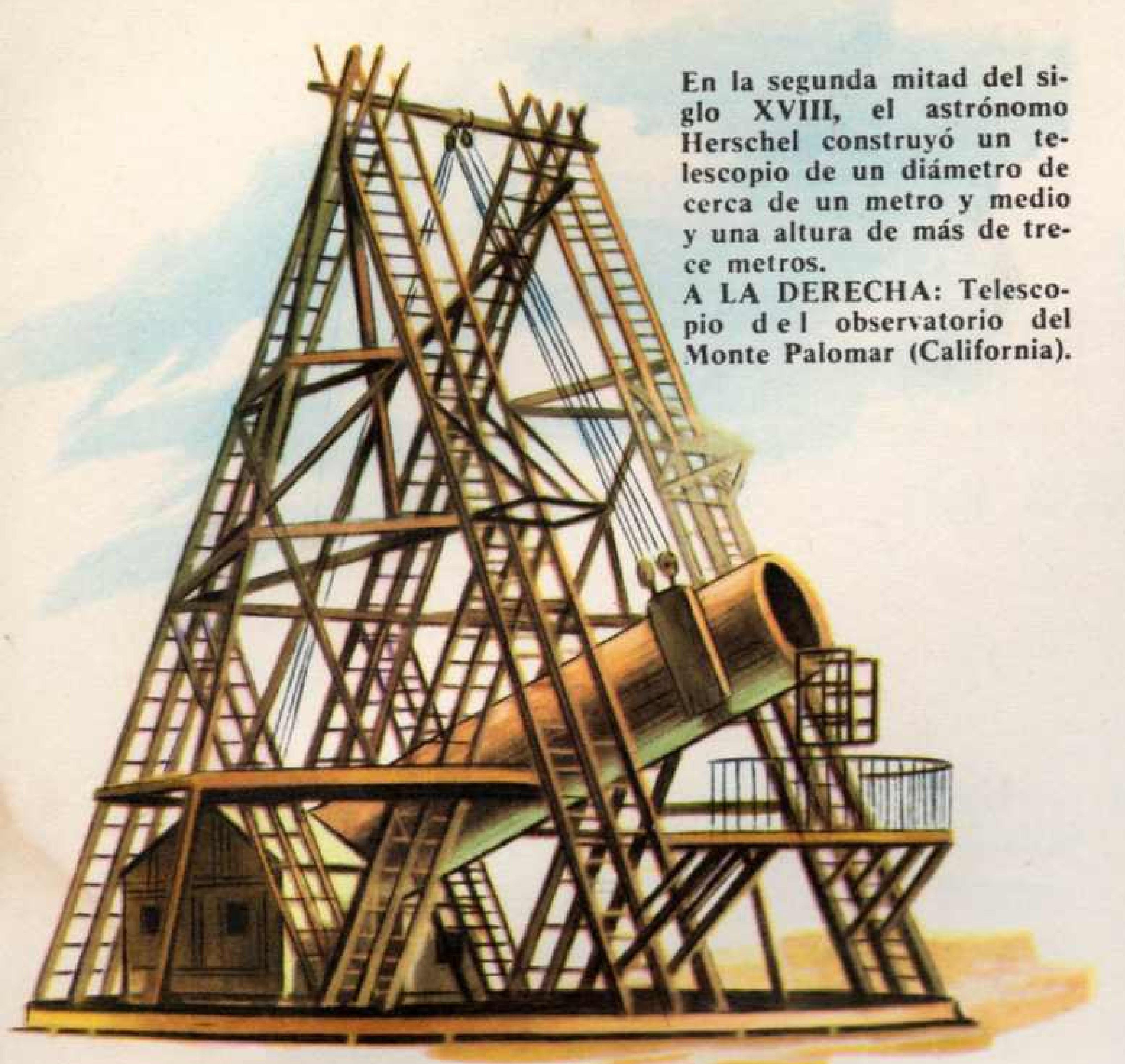
Poca es la diferencia del telescopio de



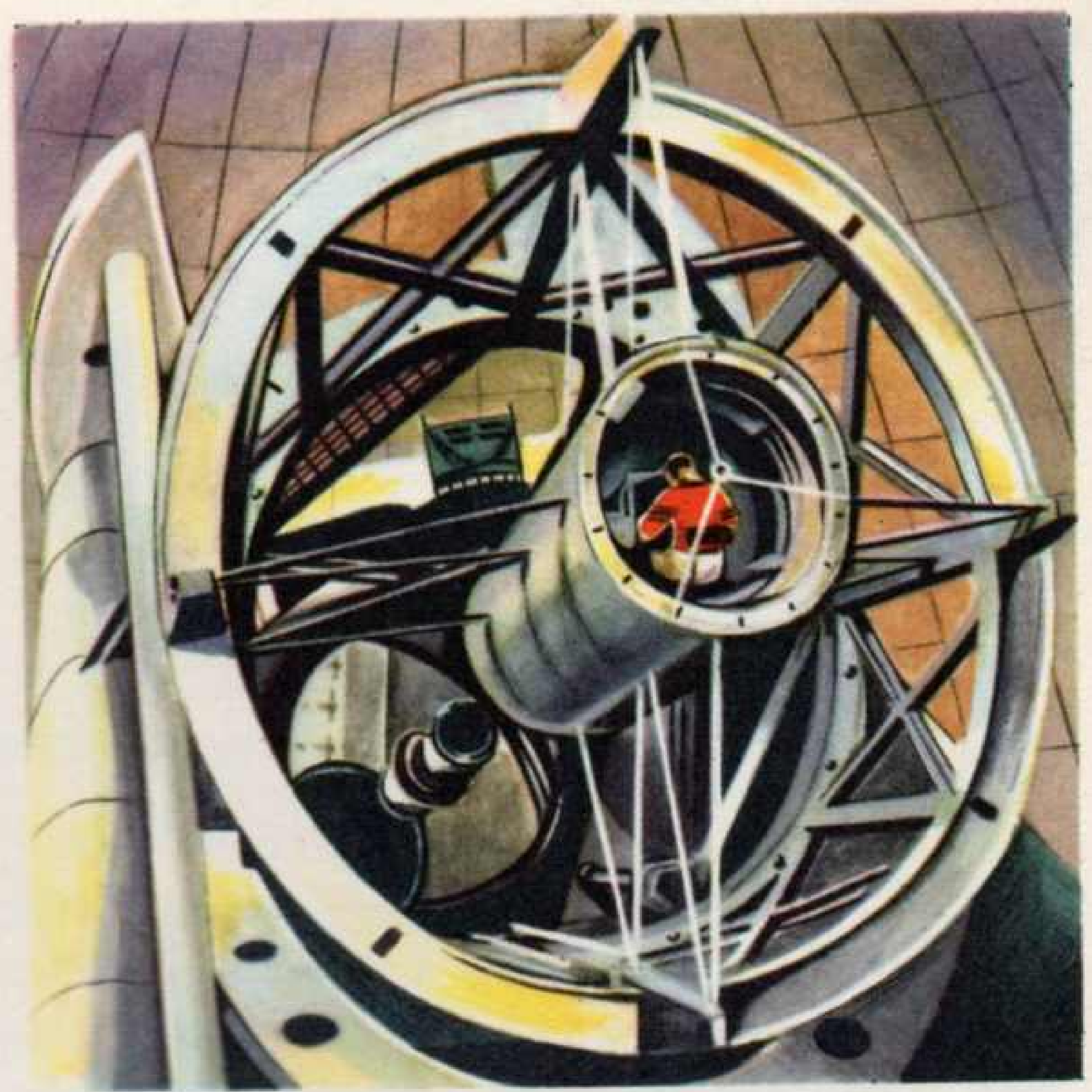
En el telescopio de Newton arriba , además del espejo principal, hay un espejo plano, con inclinación de 45 grados sobre el eje, que recibe un haz de rayos de luz procedentes del espejo principal, y los desvía en ángulo recto hacia el exterior del tubo. En el de Cassegrain abajo por el contrario, el segundo espejo es convexo y refleja los rayos de luz enviándolos al interior, a través de un orificio practicado en el centro del espejo principal.

ESPEJO PRINCIPAL





En la segunda mitad del siglo XVIII, el astrónomo Herschel construyó un telescopio de un diámetro de cerca de un metro y medio y una altura de más de trece metros.
A LA DERECHA: Telescopio del observatorio del Monte Palomar (California).



Cassegrain, también de 1672, en el que la imagen es desviada hacia el ocular por un espejito convexo. Estos nuevos anteojos se llamaron "telescopios de reflexión" En 1773, el inglés Chester Moor Hall, combinando lentes cóncavas y convexas especiales, consiguió construir una lente compuesta que refringe la luz blanca sin dispersarla, es decir, haciéndola "acromática" A partir de este momento se pudo construir anteojos de lentes, usados en la navegación. Los astrónomos siguieron empleando el telescopio de reflexión que alcanzó un alto grado de perfección en el siglo XVIII.

Muy buenos ejemplares de telescopios de reflexión fueron los del alemán Federico Guillermo Herschel, que vivió casi siempre en Inglaterra y que obtuvo con James Short, por primera vez, espejos parabólicos que aplicó al telescopio.

Otra invención utilísima fue la del microscopio. Este puede ser sencillo, es decir, formado por una sola lente de aumento, o compuesto, formado por un sistema de dos o más lentes.

La historia del microscopio sencillo coincide con la de la lente óptica; la aparición del microscopio compuesto coincide con el



Microscopio de Galileo (a izquierda).
El primer microscopio se debe al holandés van Leeuwenhoeck, apasionado constructor de lentes.



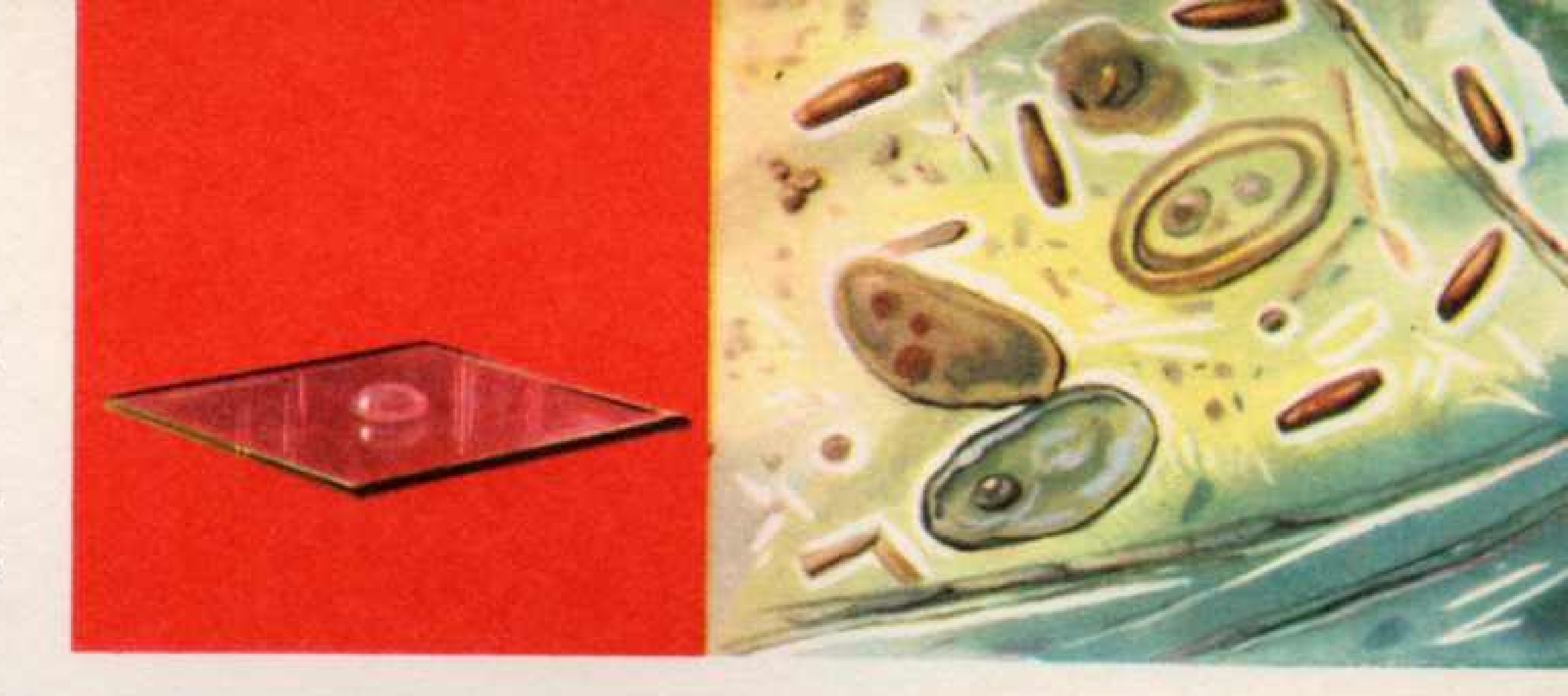
descubrimiento del anteojo de larga vista en el siglo XVI.

Los primeros microscopios fueron, de hecho, anteojos normales primero, luego de dimensiones reducidas.

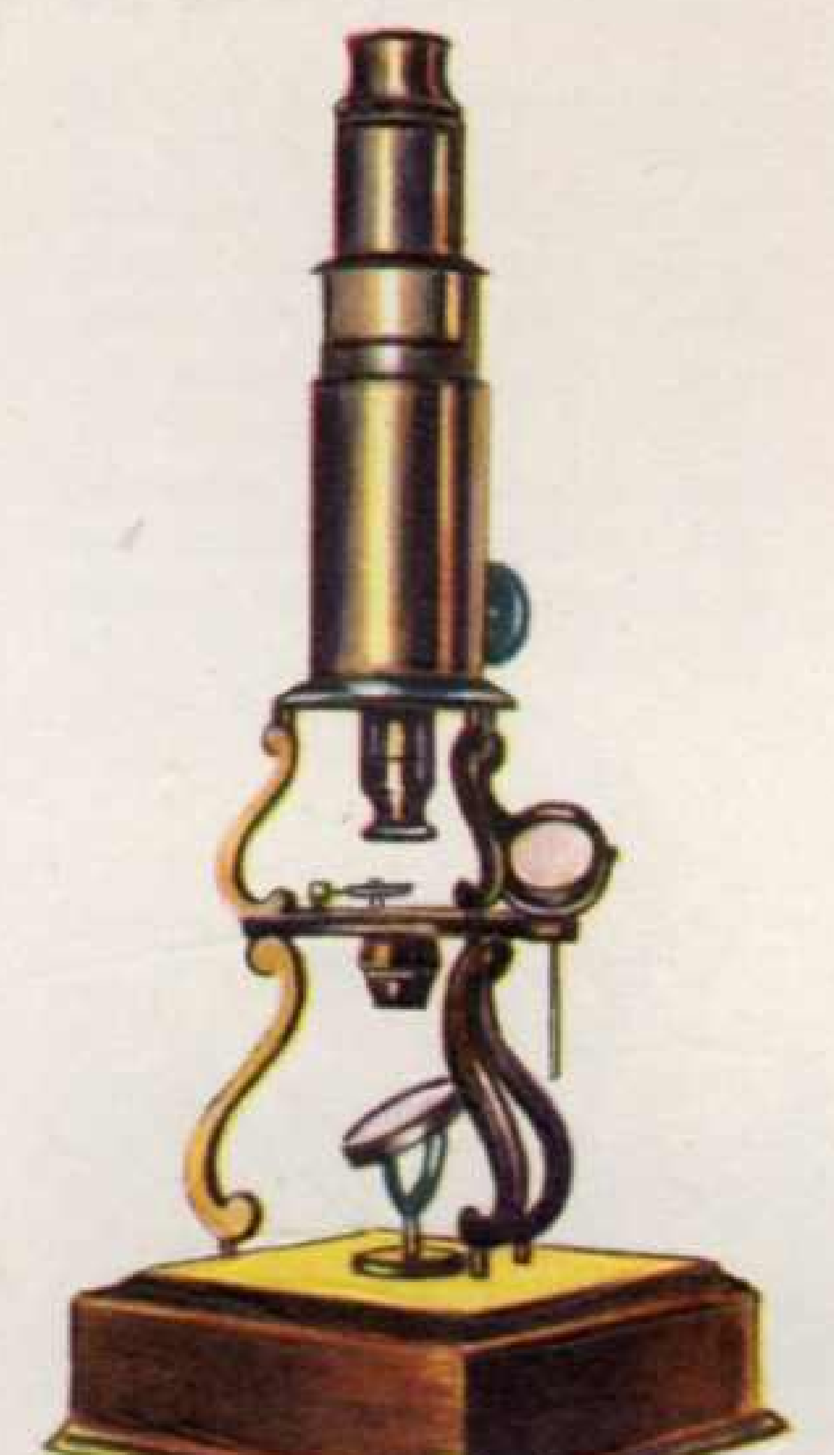
Fue Galileo quien por primera vez perfeccionó las lentes y el montaje de las diferentes partes. Con el microscopio construido por él en 1612, pudo ver, maravillado, muchos "animalitos"

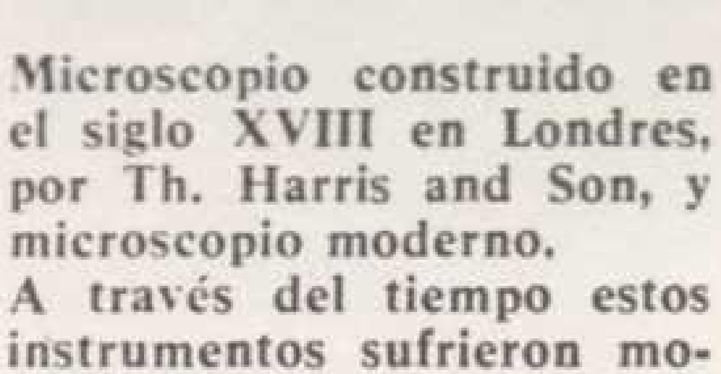
Sabemos por qué los microscopios de este tipo no daban grandes aumentos. Sólo cincuenta años después de Galileo, el inglés Robert Hooke pudo producir lentes de mayor aumento y observar por primera vez a través del microscopio las células de los tejidos vegetales. Con un microscopio igual, el médico italiano Malpighi descubrió los glóbulos rojos de la sangre.

Pero el que dio un paso mayor en este camino fue el holandés van Leeuwenhoeck. Con procedimientos secretos consiguió obtener lentes esféricas perfectas que, acopladas al microscopio, dieron resultados sorprendentes. Con estas lentes van Leeuwenhoeck descubrió los microbios. La más potente de sus lentes alcanzaba 270 aumentos. Hoy el microscopio obtiene hasta 5.000 aumentos, y es un instrumento indispensable en los laboratorios científicos y en los de la industria.



Una gota de agua sobre un cristal. A derecha, cómo se ve aumentada por el microscopio.







Microscopio construido en el siglo XVIII en Londres, por Th. Harris and Son, y microscopio moderno.
A través del tiempo estos instrumentos sufrieron modificaciones y perfeccionamientos que eliminaron completamente los defectos primitivos.



El microscopio es de gran utilidad en el campo científico: a la izquierda vemos cómo aparecen vistos al microscopio los cristales de sal, la cabeza de un insecto y la sección de un tallo de planta acuática.

LA PRESION ATMOSFERICA



Para demostrar el peso del aire, Galileo pesó una vejiga, vacía primero, y, luego, llena de aire.



El físico Torricelli quiso calcular el valor exacto de la presión atmosférica y para ello inventó un instrumento llamado barómetro.

Además del barómetro de Torricelli existen otros de tipo diferente, entre los que se encuentran el de cuadrante y el aneroide, es decir, sin líquido alguno.

El peso del aire

Los antiguos creían que el aire era una cosa intangible, sin peso ni substancia. Una vez más fue Galileo quien dirigió a los hombres hacia un nuevo horizonte. Pesando una vejiga de cerdo llena de aire, y volviéndola a pesar luego de haberla vaciado, demostró que el aire tenía un peso específico.

Este descubrimiento abrió el camino para la invención del barómetro —instrumento para medir la presión atmosférica—, debido al Evangelista Torricelli, discípulo de Galileo. Es famoso el experimento que realizó en 1643: tomó un tubo de vidrio, lo llenó de mercurio y le dio la vuelta metiéndolo en un recipiente que ya contenía este metal. No constituyó para él una sorpresa ver que el líquido comenzaba a descender y se paraba, porque sobre la superficie del metal de la taza existía una fuerza que presionaba e impedía al mercurio descender más, mientras sobre la columna del tubo se hacía el vacío. Esta fuerza era la presión atmosférica.

La presión del aire hace acercarse las paredes de la caja, unas veces más y otras menos; un indicador mide la presión.

Como resultado del descubrimiento del barómetro, se advirtió que el aire pesa menos en lo alto de un monte que a la orilla del mar; que el aire caliente (que sufre una rápida expansión), pesa menos que el aire frío y que el aire húmedo es más ligero que el aire seco.

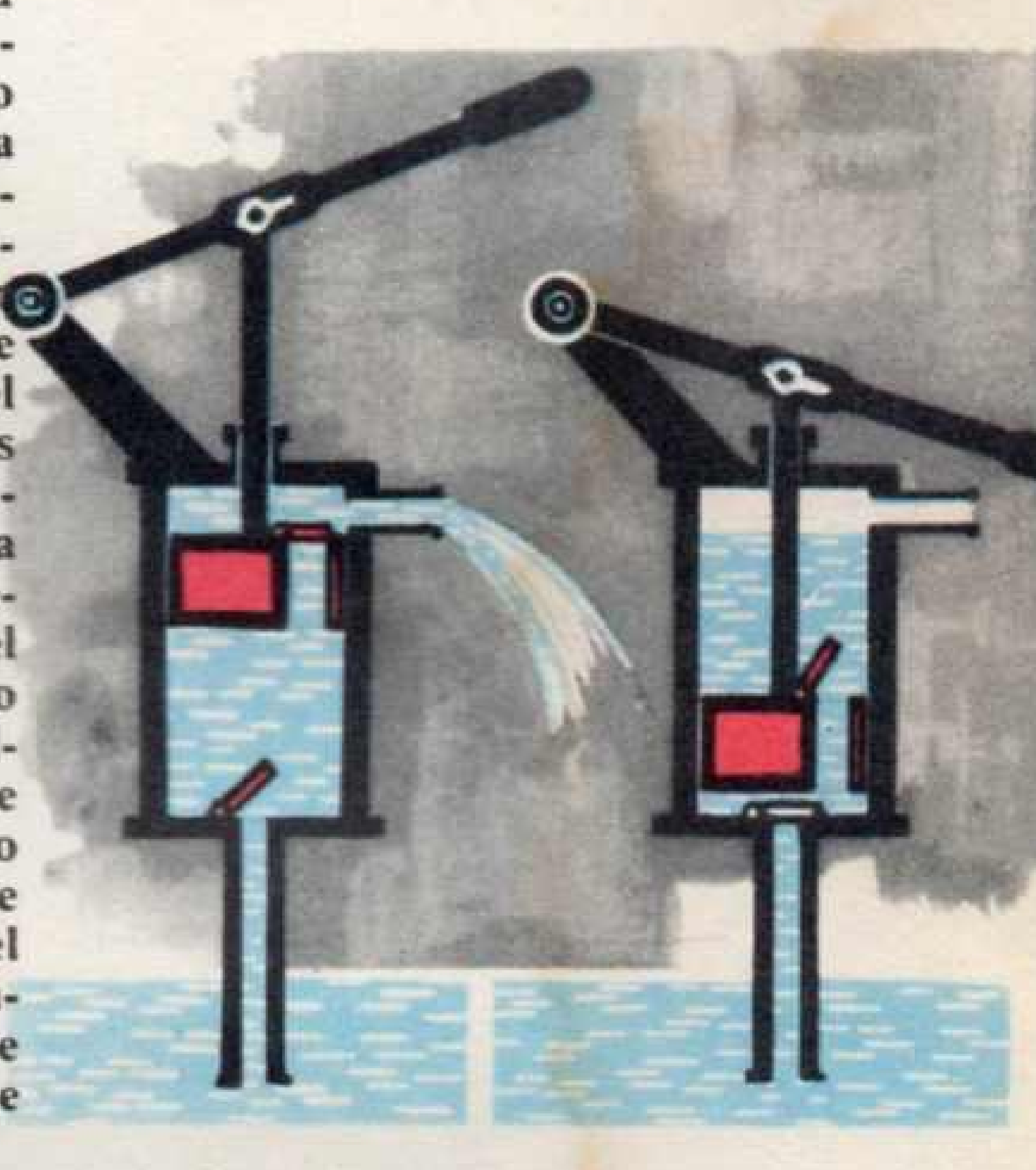
Estos descubrimientos facilitaron la invención de los altímetros (que miden la altura sobre el nivel del mar, basándose en las variaciones de la presión); permitieron

al hombre tener noticia del cambio del tiempo por medio del barómetro, y, en fin, hicieron surgir la idea de que se podía ascender en el espacio por medio de globos llenos de aire caliente, que luego fue substituido por hidrógeno y helio, gases más ligeros que el aire y que no tenían, por lo tanto, necesidad de ser calentados.

Sobre la base de su descubrimiento del peso específico del aire, Galileo explicó el funcionamiento de dos máquinas antiquísimas: la bomba y el sifón. Los antiguos conocían la bomba y sabían crear el vacío en un recipiente cerrado; pero para explicar la salida del agua por el tubo unido a la bomba decían que aquélla subía para colmar el vacío creado por el aire aspirado: según ellos, la naturaleza tenía "horror al vacío". Galileo comprendió que, por el contrario, la salida del agua era debida a la presión exterior del aire, no equilibrada con la del aire que existía en el tubo de la bomba. Del mismo modo, por efecto de la presión atmosférica, funciona el sifón. La bomba y el sifón tienen una aplicación práctica de enorme importancia para la extracción de agua de los pozos y en los sistemas de riego.

El aire opone resistencia a la caída de los cuerpos. Newton demostró que si dejamos caer tres cuerpos de peso diferente (una pluma, un pedazo de papel y otro de hierro), en un tubo sin aire, los tres caen a la misma velocidad, mientras que en un ambiente normal, el más pesado llega al suelo antes que los otros.

La bomba es una máquina antiquísima. Cuando se eleva el émbolo, en el cilindro se crea el vacío por el que la presión atmosférica, actuando sobre el agua, la hace subir a lo largo del tubo; en ese momento, la válvula que se encuentra en la base del cilindro se abre, mientras que la del émbolo permanece cerrada, porque actúa sobre ella la presión exterior. Cuando desciende el émbolo, el agua del cilindro se comprime y cierra la válvula de éste, mientras se abre la del émbolo dejando pasar el agua por encima de él. Volviendo a elevar el émbolo, el agua que se encuentra encima de él sale expulsada, aspirándose de abajo una nueva cantidad.



Los hermanos franceses Montgolfier, siguiendo el principio según el cual el aire empuja hacia arriba los cuerpos más ligeros que él, construyeron un globo de seda que llenaron de aire caliente y que se elevó en el espacio.



El sifón, formado por un tubo en forma de U invertida, sirve para trasvasar el líquido de un recipiente más alto a otro más bajo. Este principio se aplica entre otros casos en la irrigación de los campos.



LA EPOCA DEL VAPOR



Herón de Alejandría utilizó ya en el siglo I a. de J. C., la fuerza del vapor en su ingeniosa «eolipila»: una esfera llena de agua provista de dos tubos en ángulo recto y diametralmente opuestos. El agua caliente se transformaba en vapor que, saliendo por los tubos, hacía rodar la esfera.

La fuerza del vapor

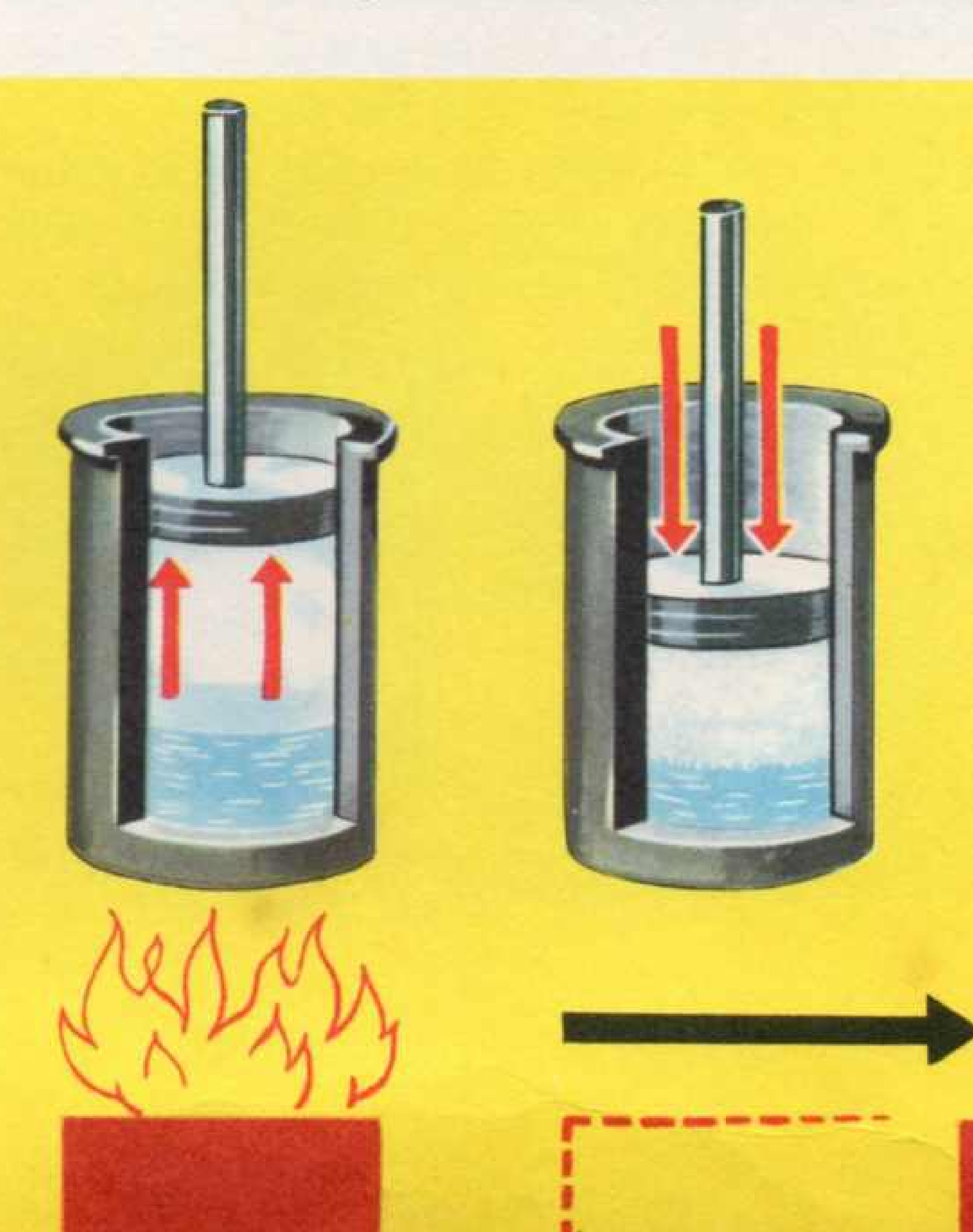
La terrible fuerza del vapor de agua, ha sido y será una de las fuerzas esenciales sobre las que se funda el progreso humano. Herón de Alejandría, gran matemático y físico de la antigüedad que vivió a fines del siglo I a. de J C., fue uno de los primeros sabios que comprendió la fuerza del vapor de agua. Construyó la "eolipila", especie de juguete mecánico, molinete a vapor constituido por una esfera llena de agua y puesta a calentar El vapor que se producía se hacía salir por dos tubos doblados en ángulo recto y diametralmente opuestos. Por reacción a la corriente de vapor saliente, la esfera comenzaba a rodar.

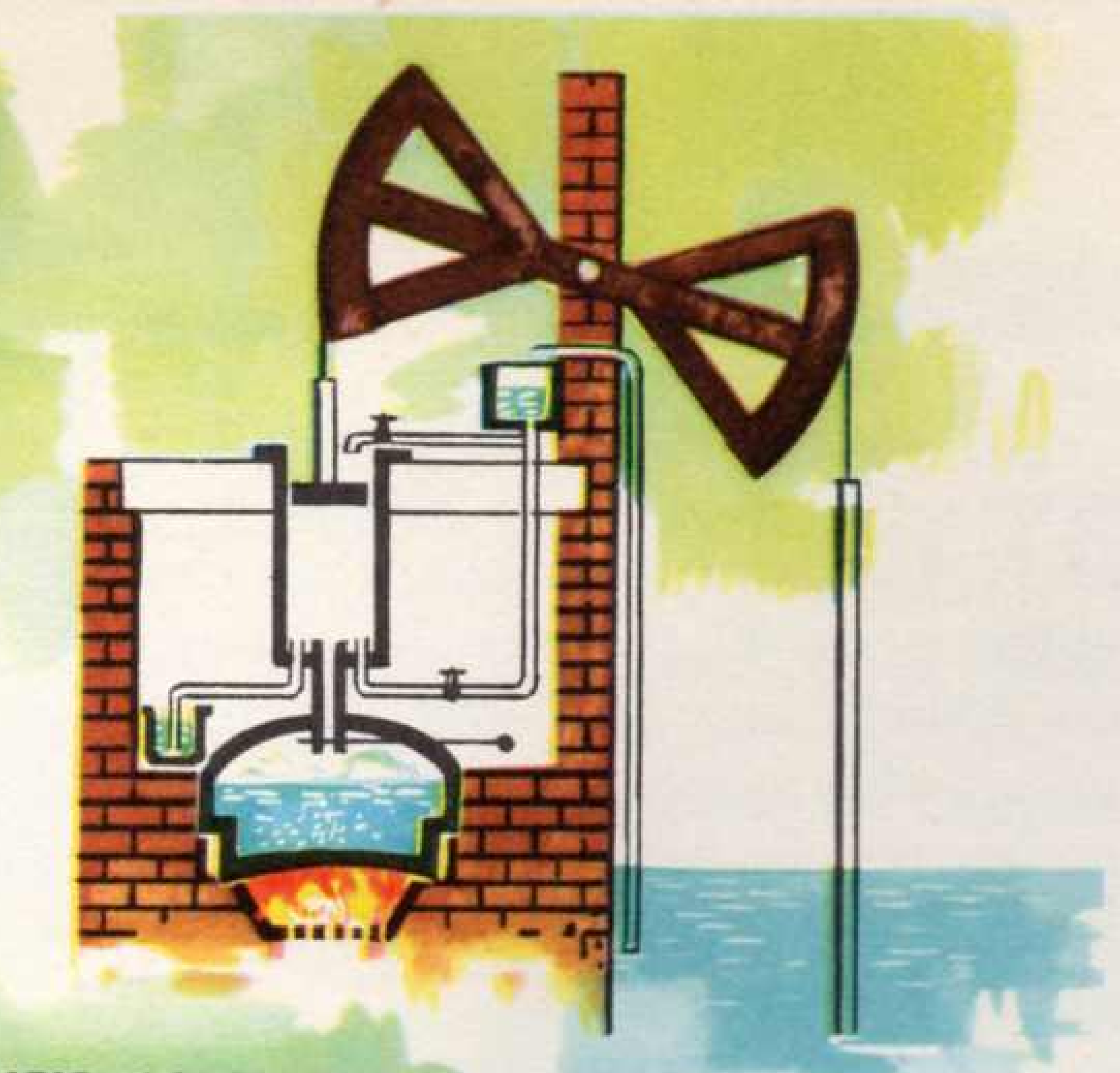
Sin embargo, fue necesario llegar hasta el siglo XVII para que apareciera la primera máquina de vapor En 1629, el italiano Giovanni Branca inventó una pequeña máquina de este género que movía una pequeña rueda de palas. La caldera tenía la forma de una cabeza humana. La rueda hacía mover dos macillas que batían en un mortero.

En 1681, el físico francés Dionisio Papin construyó un recipiente herméticamente cerrado, llamado "marmita de Papin" En ella la presión del vapor es tal, que consigue elevar el punto de ebullición del agua hasta los 110 ó 115 grados centígrados. Una vál-

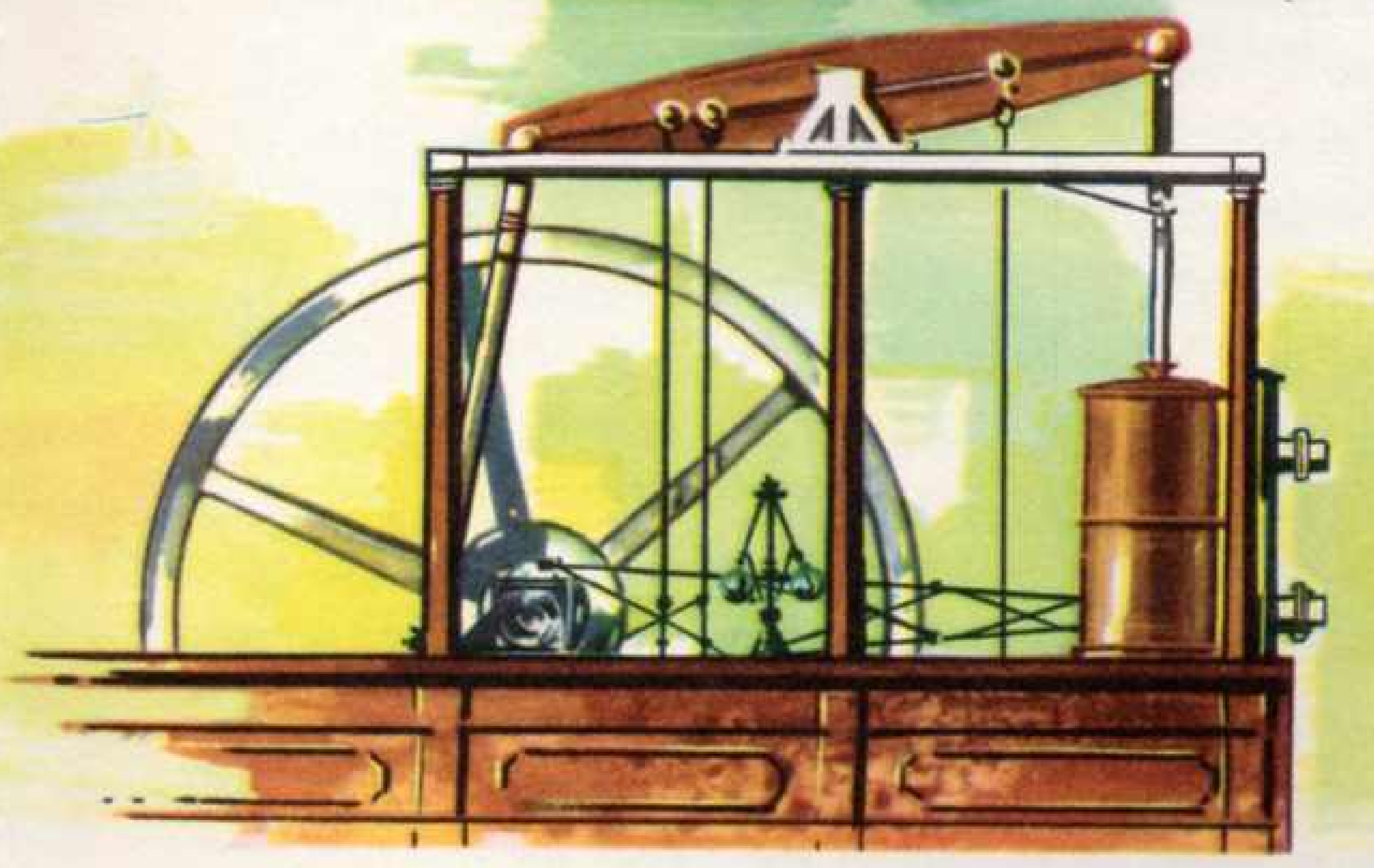


Una primera idea de la caldera de vapor la dio la «marmita de Papin». A LA DERECHA: Esquema de la máquina que Papin imaginó en 1690 para aprovechar la fuerza del vapor; en ella, el agua, calentada por el fuego, se transforma en vapor que eleva el émbolo. Cuando decrece el calor el vapor se condensa, enfriándose, y creando el vacío que hace descender el émbolo.





En 1705, el inglés Thomas Newcomen construyó una bomba de vapor en la que el vástago del émbolo estaba sujeto por una extremidad a un balancín, comunicando por este medio un movimiento de vaivén al brazo de la bomba. ABAJO: Medio siglo más tarde, James Watt perfeccionó de tal modo la máquina de vapor, que hizo de ella el potente instrumento de desarrollo industrial del siglo XIX.



vula impide que la presión sobrepase los límites de seguridad. En este principio se basan las modernas ollas a presión para cocer rápidamente los alimentos.

Una decena de años después, Papin utilizó la fuerza del vapor para mover un émbolo dentro de un cilindro, es decir, inventó la primera máquina a vapor, a cilindro y a pistón. Veamos cómo funcionaba se echaba un poco de agua en el cilindro y se aproximaba éste al fuego, el agua caliente se transformaba en vapor que empujaba hacia arriba al émbolo; alejando el fuego el vapor se condensaba, la presión interna disminuía y el émbolo era empujado hacia abajo por la presión atmosférica exterior En eso consiste el principio de la locomoción a vapor.

Sus trabajos fueron proseguidos en Inglaterra por Savery, y Newcomen Savery, basándose en la máquina de Papin, consiguió construir un motor a vapor, capaz de extraer el agua de las minas.

Funcionamiento de la máquina de vapor: El vapor procedente de la caldera entra en el depósito de distribución, y de aquí, por medio del tubo de conducción de la derecha, en el cilindro.

Con su fuerza el vapor empuja hacia arriba el émbolo, y el vapor que se encuentra encima de éste es expulsado al exterior a través de una cámara de salida.

El movimiento alterno de vaivén del émbolo se comunica a un asta que sale de la cobertura del cilindro y se transforma en un movimiento circular mediante una biela y una manivela.

Cuando el cilindro llega al fin de su marcha, el cajetín del depósito, dirigido por un asta, se corre hacia la izquierda: el vapor entra en la parte alta del cilindro y empuja el émbolo hacia abajo.

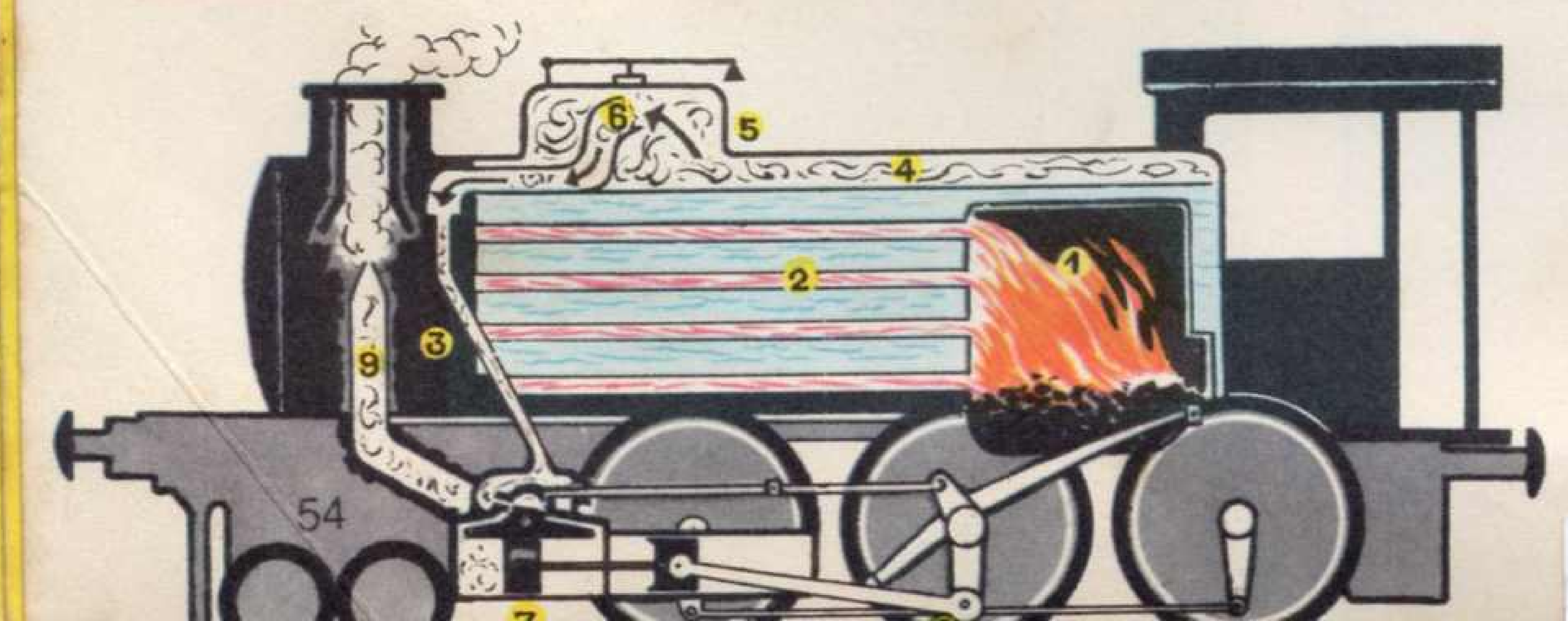
En 1801 el ingeniero inglés Trevithick aplicó una caldera a un bastidor con ruedas al que trasmitía el movimiento. La dirección de unas minas le encargó la construcción de una máquina para sustituir a las caballerías en el arrastre de las vagonetas de carbón.

Jorge Stephenson perfeccionó los trabajos de Trevithick, y en 1829 construyó su locomotora, a la que llamó «Rocket». La velocidad de 48 kilómetros, alcanzada por esta máquina en su primer viaje, fue considerada vertiginosa.

Thomas Newcomen, ingeniero norteamericano, perfeccionó la bomba hidráulica y en 1727 construyó un motor a vapor de una potencia de 40 HP; estaba constituido por un émbolo que resbalaba en el interior de un cilindro vertical que era empujado hacia arriba por la fuerza del vapor y empujado hacia abajo cuando el vapor se enfriaba por un chorro de agua fría.

El físico escocés James Watt, teniendo necesidad de reparar una bomba de este tipo, consiguió perfeccionarla. Pero no obstante observó que consumía una cantidad excesiva de combustible, debido a que el cilindro se calentaba cuando el émbolo subía y se enfriaba cuando bajaba; debido a ello, en 1765 trató de condensar el vapor en recipientes muy pequeños (condensador separado), consiguiendo de este modo ganar tiempo y combustible por cada movimiento de la bomba a vapor. Pero el perfeccionamiento más importante fue el que consistía en aprovechar la fuerza del vapor en los dos movimientos del émbolo. Porque mientras en el motor de Newcomen el vapor entraba en el cilindro por un solo lado, en el de Watt se introducía alternativamente por los dos lados. De este modo Watt creó un motor que dependía directamente de la presión del vapor. Además unió el émbolo a un sistema mecánico de astas unidas por charnelas, con objeto de transformar el movimiento lineal del émbolo en un movimiento rotatorio.

Pocos años después, en 1779, el inglés James Pickard, recogiendo la última idea de Watt, obtuvo una patente para un dispositivo formado por una asta de acero unida de un lado al émbolo y del otro a una manivela dotada de movimiento rotatorio. De este modo obtuvo una máquina de vapor en la que el émbolo, con su movimiento de vaivén daba



Sección de una locomotora: 1, hogar; 2, caldera de tubos; 3, chimenea; 4, cámara del vapor; 5, campana de recogida del vapor; 6, conducción del vapor al cilindro; 7, cilindro; 8, aguja que trasmite el movimiento a las ruedas, y 9, tubo de escape del vapor.

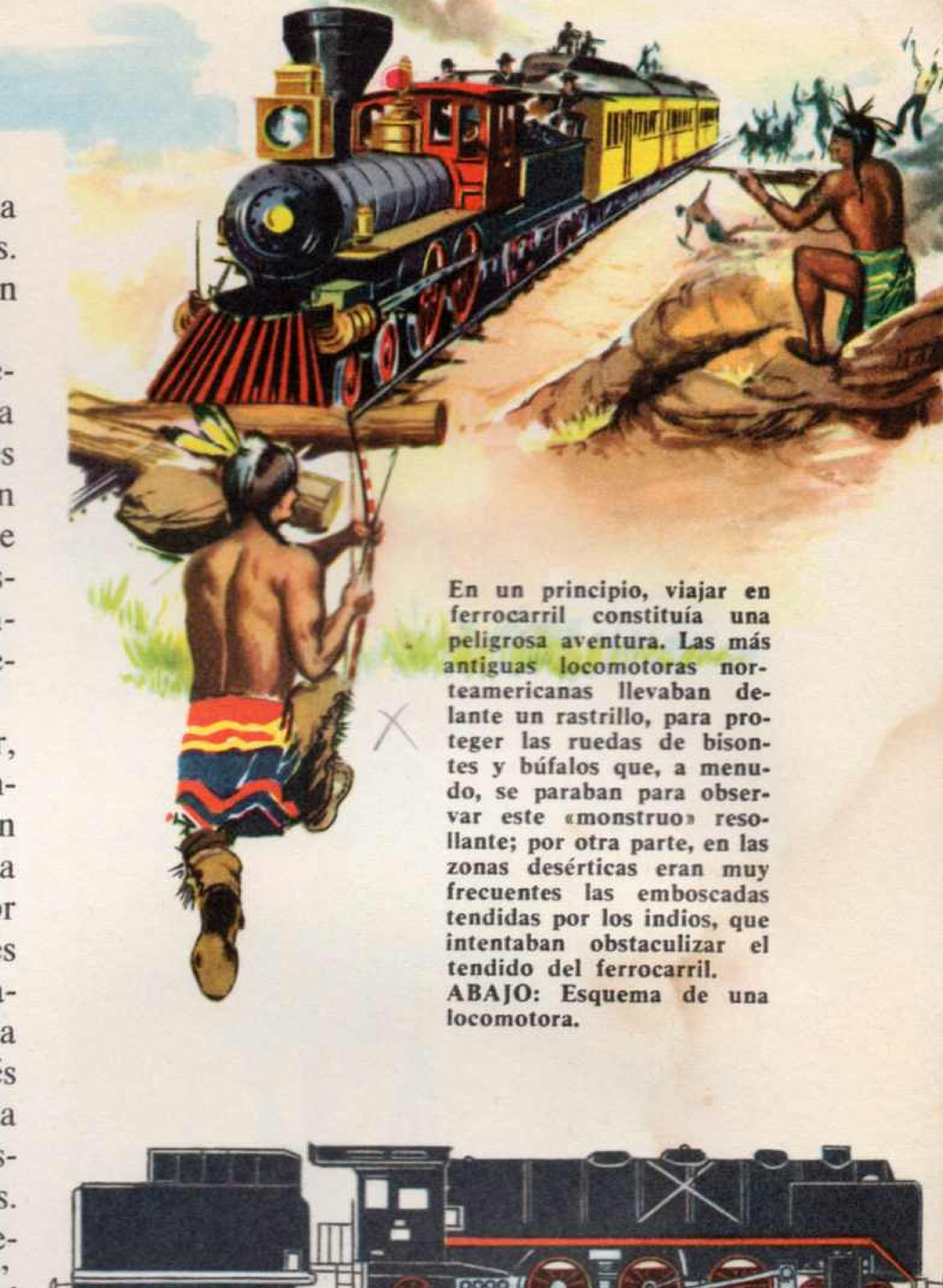
movimiento a las ruedas. Este sistema se halla en uso todavía hoy en nuestras locomotoras.

El ferrocarril nació en los astilleros y en las minas de Inglaterra.

Richard Trevithick fue uno de los pioneros del tren. En 1803 construyó un coche a vapor con vagones, que presentó en Londres sobre una pista idónea· la velocidad del tren era de 10 Km. por hora. El año siguiente creó una nueva locomotora para el transporte del material de una mina. Pero el creador de la locomotora moderna es Jorge Stephenson.

Si observamos una locomotora de vapor, veremos que está formada por un gran cilindro dentro del cual se encuentran el fogón u hogar, la caldera y la cámara de humos. La caldera, llena de agua, está atravesada por tubos de cobre por los que pasan los gases de la combustión enrojeciendo los tubos, calentando el agua y yendo a vaciarse en la cámara de humos, de donde salen a través de la chimenea. El vapor es conducido hacia el émbolo cuyo movimiento lineal es transmitido, por medio de una biela, a las ruedas.

En 1825 Stephenson construyó una pequeña locomotora a la que llamó "Rocket", es decir, "Cohete", porque consiguió alcanzar



En un principio, viajar en ferrocarril constituía una peligrosa aventura. Las más antiguas locomotoras norteamericanas llevaban delante un rastrillo, para proteger las ruedas de bisontes y búfalos que, a menudo, se paraban para observar este «monstruo» resollante; por otra parte, en las zonas desérticas eran muy frecuentes las emboscadas tendidas por los indios, que intentaban obstaculizar el tendido del ferrocarril.
ABAJO: Esquema de una locomotora.

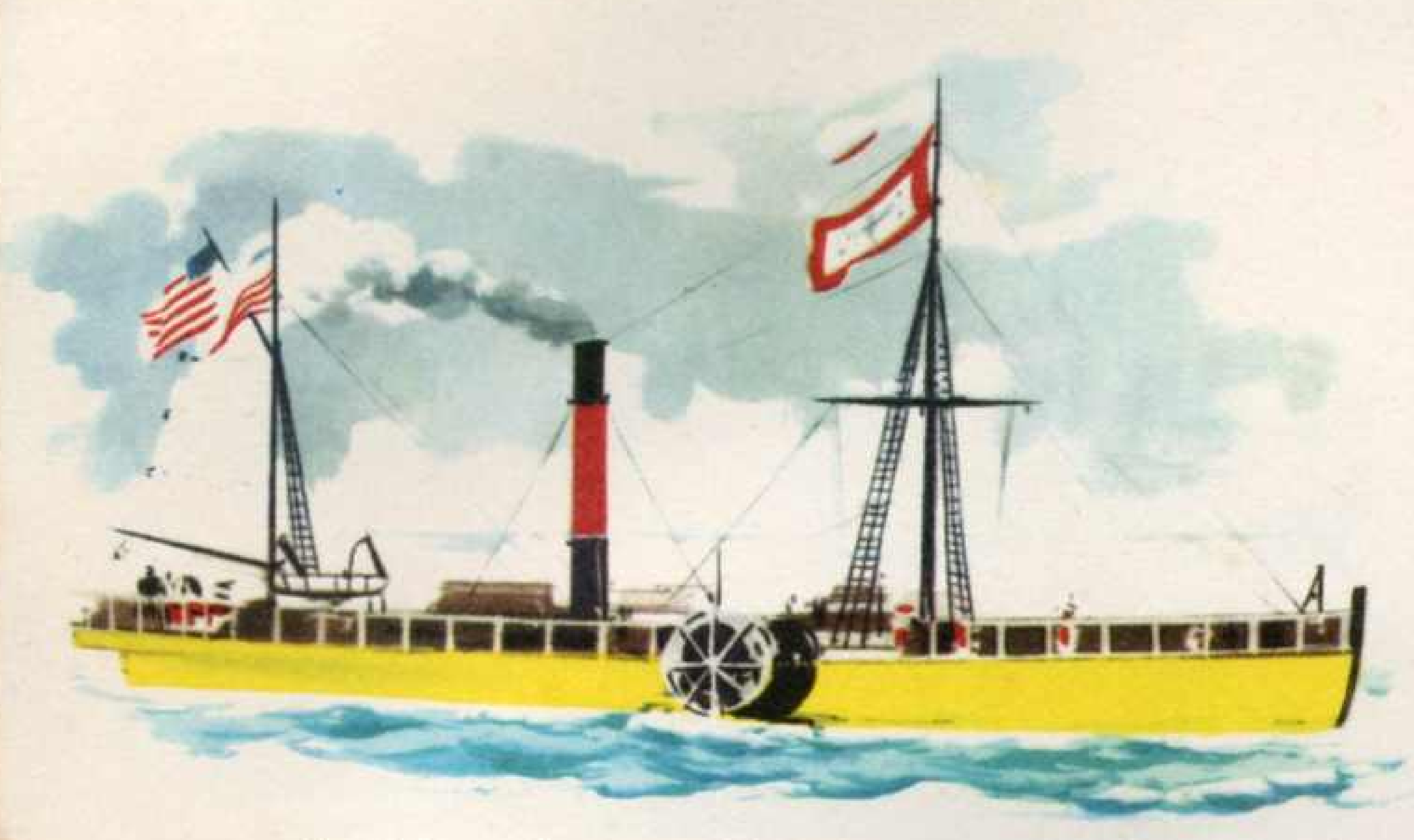
Las máquinas de vapor se han empleado para producir energía a toda clase de industrias: telares, molinos, prensas, batanes, máquinas tipográficas y otras, funcionaban movidas por el vapor.

la, entonces admirable, velocidad de 57 Km. por hora. (En aquella época la velocidad media era de 20 Km.) El empleo de las máquinas de vapor en las fábricas (aserraderos, fábricas de tejidos, tipografías), contribuyó al nacimiento de la industria moderna, y en los medios de comunicación por mar fue una verdadera revolución.

En 1707 Papin construyó un barco movido a vapor en el que la máquina hacía girar dos ruedas, provistas de palas, colocadas a ambos lados de la nave. Este barco fue destruido por los bateleros, asustados por la competencia que podría hacerles esta nueva forma de mover las naves.

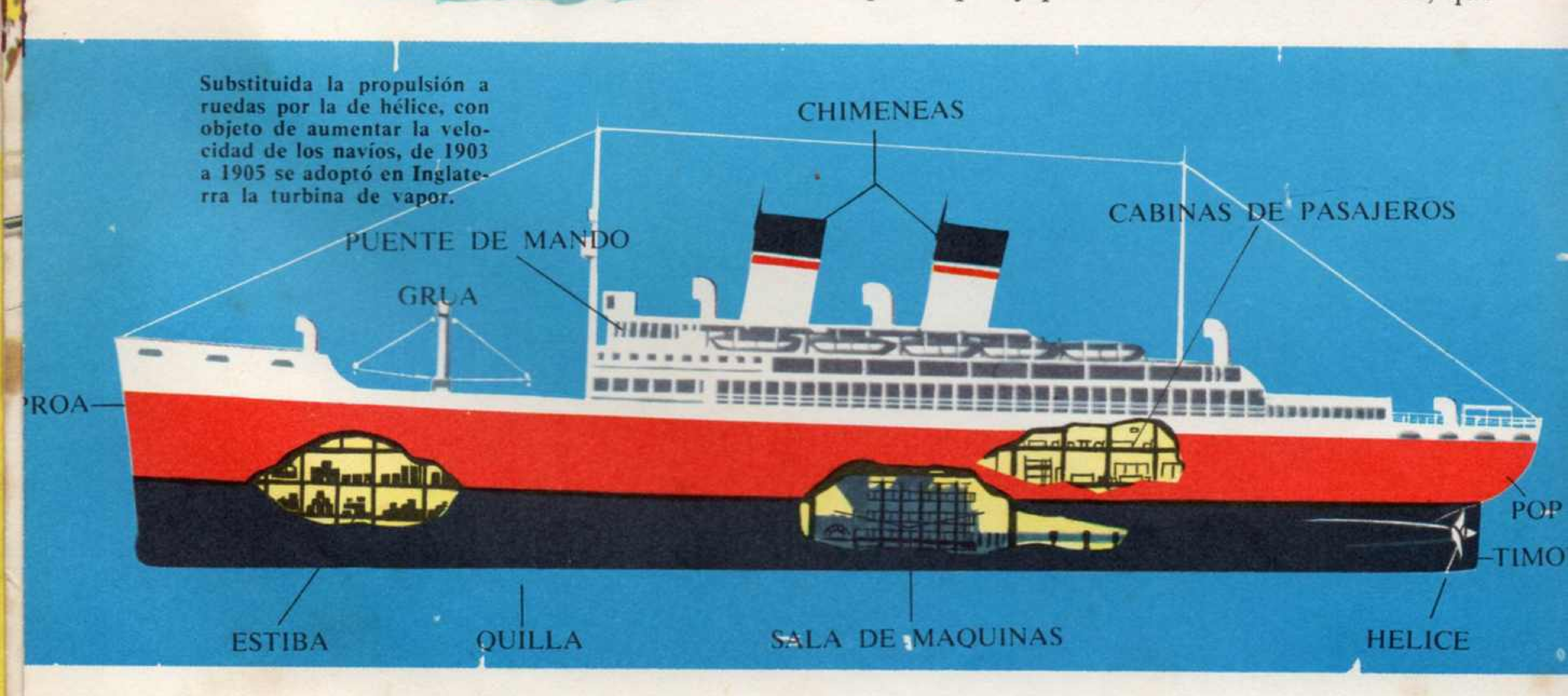
Se hicieron otras tentativas para construir barcos movidos a vapor en Francia e Inglaterra. Finalmente el norteamericano Fulton construyó en Francia el primer barco de vapor haciendo una demostración en el Sena. De regreso a los Estados Unidos construyó, en 1807, un barco movido por una máquina especial de vapor, el célebre "Clermont", que comenzó el primer servicio regular en el río Hudson. Este barco hacía la travesía de Nueva York a Albany a una velocidad de poco más de ocho kilómetros por hora.

En aquellos años, el estadounidense Oliver Evans construyó una chalupa movida por vapor y provista de hélice. La hélice, que



También en la navegación, el vapor produjo grandes cambios. El norteamericano Fulton fue el primero en construir un barco propulsado por ruedas laterales, el «Clermont», que en 1807 comenzó el servicio regular sobre el río Hudson.
ABAJO: El primer barco que atravesó el Atlántico empleando únicamente el vapor, fue el holandés «Curaçao», construido en Dover, en 1827.



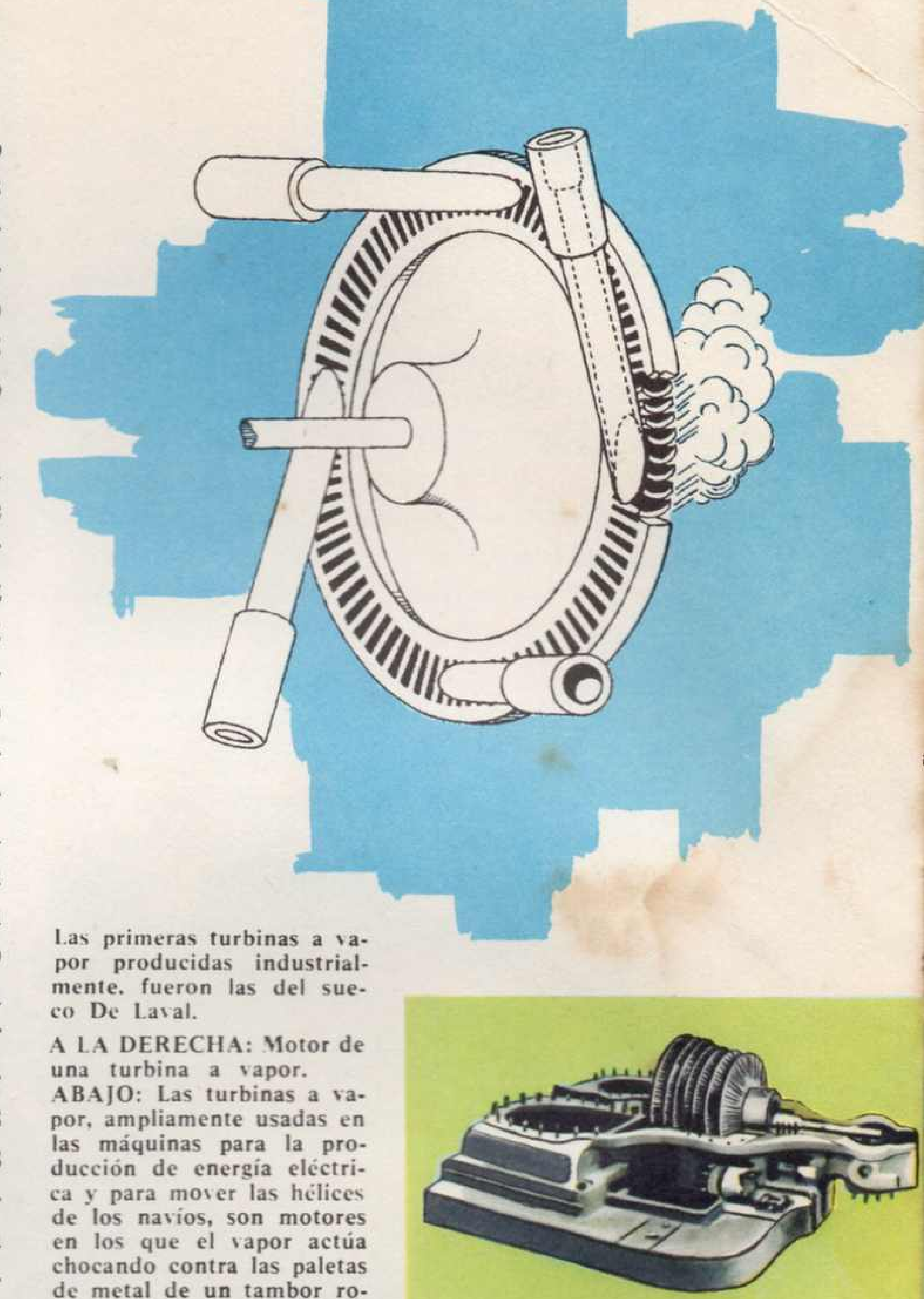


Substituida la propulsión a ruedas por la de hélice, con objeto de aumentar la velocidad de los navíos, de 1903 a 1905 se adoptó en Inglaterra la turbina de vapor.

ya Leonardo de Vinci había estudiado como elemento de propulsión, resultó mucho más eficaz que la rueda porque daba mucho mayor impulso. El "Savanna" fue el primer buque que cruzó el Atlántico, en 1819, usando el vapor como auxiliar de la vela, y en 1828 el "Curaçao" realizó, siendo propulsado sólo a vapor, la misma travesía.

El uso de la hélice se generaliza en la segunda mitad del ochocientos; pero ya se veía la necesidad de crear un motor de vapor más potente para mover con mayor rapidez los ejes de las hélices de los barcos. En 1882 el sueco Gustavo de Laval concibió un aparato en el que un chorro de vapor animado de una fuerte velocidad, daba contra las paletas de una rueda haciéndole dar 26.000 revoluciones por minuto. Así nació la primera turbina. En ésta se utilizaba, no la presión del vapor, sino su velocidad de salida. En 1884 el inglés Charles Parsons construyó otro tipo de turbina. Esta se encontraba en una caja cerrada y estaba formada por un mayor número de ruedas con paletas fijas y móviles. El vapor pasaba primero a través de las paletas móviles, luego a través de otras fijas en la caja, de donde era lanzado con violencia contra otra serie de paletas móviles. Esta turbina fue llamada de "reacción", para distinguirla de la primera llamada de "acción". La turbina del tipo de Laval fue utilizada para motores veloces, y la de Parsons para motores más lentos (17.000 revoluciones por minuto). Luego se inventaron las turbinas mixtas en las que se unían los sistemas de Laval y de Parsons.

Entre las diferentes aplicaciones que tuvieron las turbinas, la primera de todas fue la de substituir los viejos motores de tipo Watt de los navíos. En 1897 Parsons aplicó la primera turbina a vapor a una nave, la "Turbinia", que viajaba a 32 nudos, casi 60 Km. por hora. Hoy la turbina a vapor se emplea para la producción de energía eléctrica y como motor a bordo de las naves.



Las primeras turbinas a vapor producidas industrialmente, fueron las del sueco De Laval.

A LA DERECHA: Motor de una turbina a vapor.

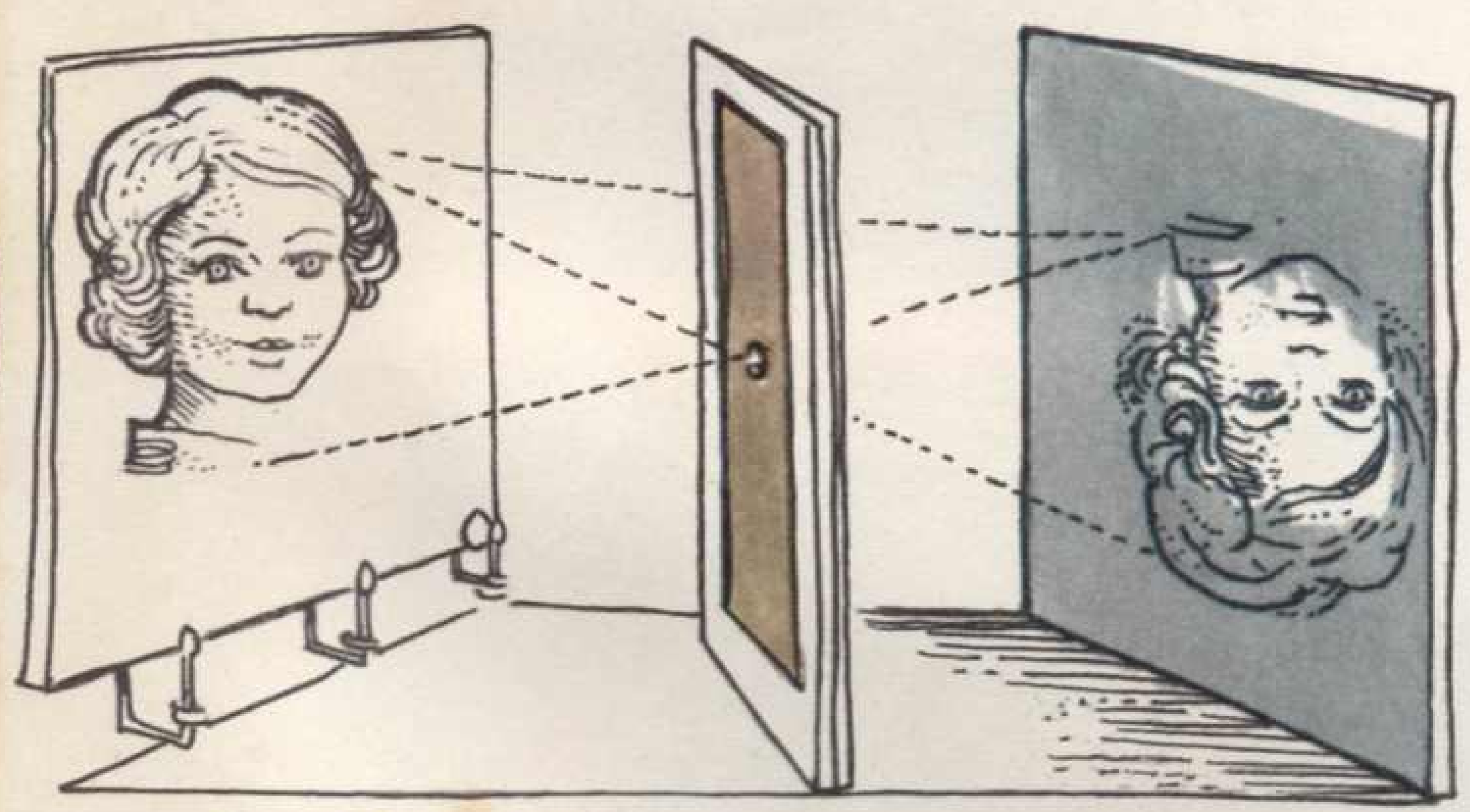
ABAJO: Las turbinas a vapor, ampliamente usadas en las máquinas para la producción de energía eléctrica y para mover las hélices de los navíos, son motores en los que el vapor actúa chocando contra las paletas de metal de un tambor rodante.



DE LA FOTOGRAFIA AL CINE



La observación del juego de sombras proyectadas en el suelo por el Sol, o en las paredes por una fuente luminosa, constituye una viejísima diversión.



Si por el agujero de una pared pasan los rayos luminosos, en la pared opuesta aparecen las imágenes invertidas de los objetos exteriores iluminados.

ABAJO: La primera cámara oscura estaba compuesta por una caja formada por tres paredes ennegrecidas: una de ellas tenía un pequeño orificio, y la cuarta, opuesta a aquélla, era de vidrio esmerilado.

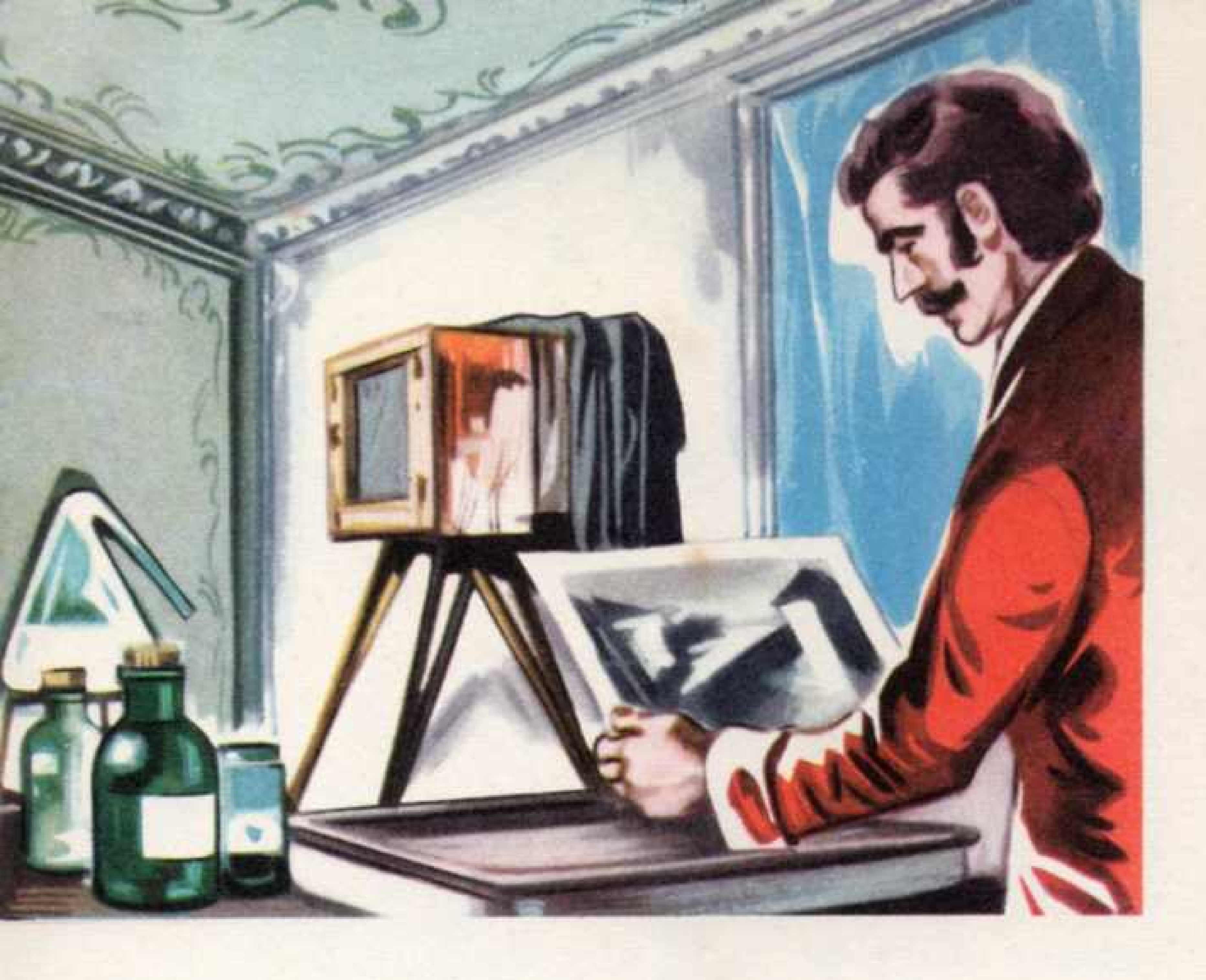


Imágenes dibujadas con la luz

Durante siglos el hombre se distrajo proyectando las sombras contra los muros e intentando imitar las siluetas de los animales. Pero la luz era capaz de hacer otros muchos dibujos ignorados durante mucho tiempo y descubiertos y estudiados a partir del siglo XVIII; por ejemplo, era capaz de dibujar el contorno de un objeto, de hacer su retrato, de "fotografiarle", en una palabra. Por lo demás, la palabra "fotografía", no quiere decir más que esto: dibujo hecho por la luz.

Pero vayamos por orden. En 1727, el físico alemán Schultze hizo el siguiente experimento: recortó letras en un cartón y las pegó a las paredes de un recipiente de vidrio en el que había una mezcla de nitrato de plata y lo expuso al Sol. Sabía (como lo sabían los árabes de la Edad Media) que la luz tiene la propiedad química de ennegrecer la plata. Al poco tiempo vio que la luz había "escrito" sobre la capa de la mezcla en contacto con el vidrio, las letras que él había pegado, porque el nitrato se había ennegrecido donde había estado expuesto al Sol, y se había mantenido claro donde estuvo cubierto. Por lo tanto, la luz podía dibujar el contorno exacto de las cosas. Otros experimentos de este género fueron realizados por investigadores que obtuvieron sobre papel sensibilizado, es decir, que era sensible a la luz, la reproducción de hojas y otros objetos. Pero estas imágenes no perduraban; era necesario guardarlas en una semioscuridad, porque de lo contrario la luz las ennegrecía.

En este camino, el francés Nicéphore



A Niepce, en 1822, se debe la primera fotografía. Niepce consiguió obtener imágenes sobre placas bañadas con determinadas substancias.
ABAJO: El francés Daguerre inventó un sistema para reproducir las imágenes, que recibió el nombre de «daguerrotipia».


Niepce dio un paso hacia adelante. Embadurnó una placa de metal de una capa sensible y puso encima un dibujo hecho sobre un papel transparente. La luz comenzó a trabajar sobre la placa y reprodujo el dibujo, ennegreciendo la capa sensible en relación con las diferentes partes de la figura dibujada. Pero lo importante es que Niepce, sumergiendo la placa en un baño químico, la hizo durable, la "fijó", como se dice. Conocía la cámara oscura y sabía cómo funcionaba: ¿por qué no tratar de fijar sobre la placa sensible las imágenes que aparecían en la cámara oscura? Como se sabe, la cámara oscura (descrita por primera vez por Leonardo de Vinci) es una caja con un agujero en el centro de la cara anterior. La luz, pasando a través del agujero, proyecta sobre la cara posterior una imagen (no una sombra), real e invertida por efecto de la refracción de la luz. Estas mismas imágenes son las que quería reproducir sobre sus placas Niepce, consiguiéndolo, aunque muy imperfectamente, en 1822.

Se ha considerado como inventores de la fotografía a Niepce y a Luis Daguerre. En 1829, Niepce y el físico Luis Daguerre se asociaron. Daguerre perfeccionó genialmente las ideas de Niepce: tomó una fina placa de cobre plateado y la sometió a la acción de los vapores de yodo en una caja especial de sensibilización. De este modo, sobre la placa se formó una lámina de yoduro de plata que la hacía sensible a la luz. Luego la



En 1839, el inglés Talbot reprodujo las imágenes directamente sobre cartulina, obteniendo de este modo varias copias de una placa negativa.



A finales del siglo pasado, Jorge Eastman, con la invención de la película de celuloide, y con ello de la máquina fotográfica portátil, dio a todo el mundo la posibilidad de obtener instantáneas.

Esquema de una antigua máquina fotográfica. En ella existe ya la película arrollable a una bobina del tipo de las que todavía se usan hoy.

expuso en la cámara oscura con el objetivo abierto, ante el objeto que se quería reproducir. La parte más iluminada del objeto enviaba más rayos de luz que la parte en sombra, estableciéndose así una escala de tintas: sombra, penumbra y luz, estaban fielmente reproducidas. Pero en la placa no se veía todavía nada, porque la imagen estaba en estado latente, oculta. Para revelarla, Daguerre puso la placa en una caja, envolviéndola en vapores de mercurio. Estos se depositaban sobre la parte atacada por la luz y hacían poco a poco visible la imagen.

Luego Daguerre lavó la placa con una solución de agua y sal para quitar todo resto de yoduro de plata que no sirviese para hacer la imagen, y pudo, de este modo, exponerla a la luz sin peligro alguno. Daguerre notificó al gobierno francés este procedimiento (sensibilización, revelado y fijación), que, todavía hoy, constituye el fundamento de todo trabajo fotográfico.

Pero la imagen obtenida era positiva y el objeto aparecía como en un espejo, y además sólo se podía hacer una copia.

Esto se resolvió más tarde gracias al inglés Fox Talbot. Este, en vez de servirse de placas de metal, empleó en la cámara oscura una hoja de papel sensibilizada que daba una reproducción en la que la luz y la sombra eran opuestas (negativo), y que podía ser utilizada como modelo para obtener tantas imágenes positivas como se quisiera. Luego se emplearon ya placas de vidrio y más tarde celuloide. También la capa sensible sufrió modificaciones. Hoy se utiliza una sensibilísima emulsión de gelatina y de bromuro de plata.

Cada vez es más fácil hacer fotografías. Las máquinas se simplifican. A medida que se perfecciona, la fotografía rinde preciosos servicios a la ciencia y a la industria. Este descubrimiento dio, a fines de 1800, vida a otra gran invención: la cinematografía.

Ya antes de la invención de la fotografía, los hombres sabían cómo proyectar las imágenes sobre una pantalla. En 1645 el físico austríaco Atanasio Kircher construyó una



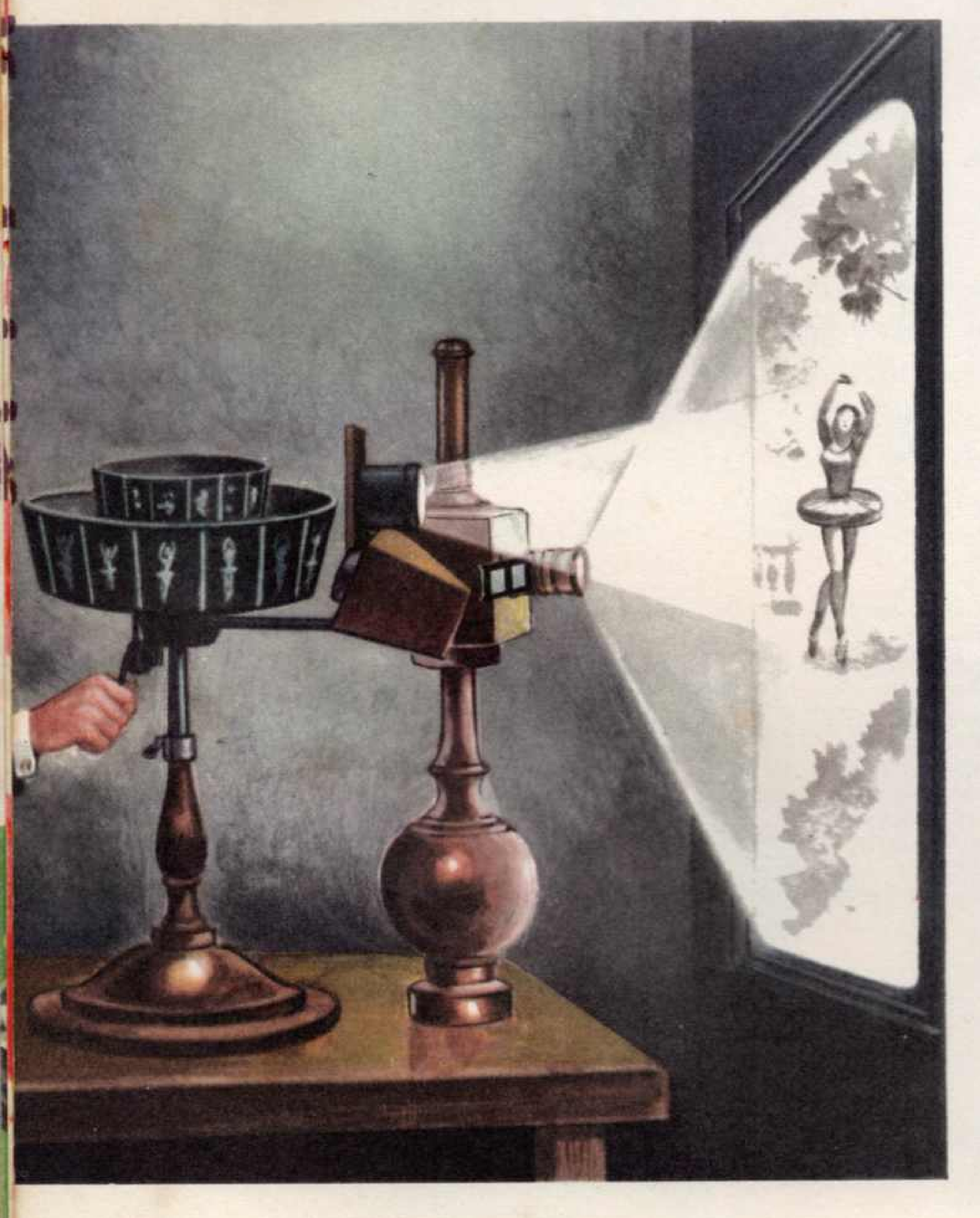
Lejano antecesor de la moderna cinematografía, es el teatro de sombras chinescas, existente hace muchos siglos en Asia.
A LA DERECHA: La linterna mágica se remonta al siglo XVII y es debida al alemán Atanisius Kircher.

linterna mágica que proyectaba, mediante lentes y espejos, dibujos hechos a mano sobre placas de vidrio. Esto significa que apenas inventada la fotografía se pudo proyectar imágenes fotográficas sobre una pantalla. Pero de esto hablaremos más adelante. Por el momento anotemos lo siguiente: el estudio de la luz reveló muy pronto un hecho muy interesante: nuestros ojos continúan viendo aún por algunos instantes la imagen, después que ésta haya sido cubierta o haya desaparecido. Y como esta imagen persiste en nuestra mente durante una fracción de cerca de 1/16 de segundo, si hacemos pasar rápidamente ante nuestros ojos una serie de imágenes en las que se encuentran dibujados progresivamente los gestos de una persona cuando se mueve, tendremos la impresión de que vemos a esta persona moviéndose. Desde 1826, varios juguetes, construidos sobre estos principios, daban breves espectáculos de imágenes en movimiento. Los más conocidos son los que fabricaron el belga Plateau, el austríaco Stampher y el francés Reynaud, “instrumentos dispuestos para visión de objetos en movimiento”. En general consistían en un disco, dividido en sectores, sobre los que se habían dibujado las diferentes fases de una acción. Los dibujos, hechos girar rápidamente y observados a través de un agujero, daban la sensación del movimiento.

En la linterna mágica, una fuente de luz, concentrada por una lente, proyecta aumentada, sobre una pantalla, una imagen dibujada sobre un vidrio (a izquierda). En el praxinoscopio de Reynaud, las imágenes estaban dibujadas en el interior de un cilindro giratorio y se reflejaban en una serie de pequeños espejos (derecha).



Varios instrumentos se inventaron para reproducir figuras en movimiento, como el fenakistiscopio (1830), del belga Plateau, y el praxinoscopio (1877), del francés Reynaud.
ABAJO: En el «teatro óptico» de Reynaud (1888), un praxinoscopio proyectaba figuras en movimiento sobre un fondo fijo, por medio de una linterna mágica.



El austríaco Uchatius fue el primero que adaptó el fenakistiscopio a la linterna mágica y proyectó sobre una pantalla algunos cartones animados. Lo mismo hizo el francés Reynaud con su praxinoscopio.

Mientras tanto la técnica fotográfica iba progresando y el norteamericano Heyl pensó, en 1870, sustituir los dibujos por fotografías, y las proyectó con la linterna mágica. Pero eran imágenes fijas. Hubiera sido interesante obtener una serie de fotografías de un ser en movimiento y luego proyectarlas rápidamente una tras otra. El francés Marey inventó el "fusil fotográfico" que podía registrar 12 imágenes (fotogramas) por segundo, y descomponía los movimientos en fases bastante pequeñas; pero era imposible proyectar estos fotogramas rápidamente en la pantalla, porque en aquella época las fotografías se hacían sobre placas de vidrio.

En 1889, el estadounidense Eastman preparó con nitrocelulosa una película transparente y sensible, que se podía envolver en un carrete, para la obtención rápida de las instantáneas.

Edison, el gran inventor norteamericano, utilizó en seguida esta película de 35 mm. de ancho en su "kinetoscopio", que era un aparato con un carrete movido a mano y a motor, y en el que se sucedían millares de fotografías impresionadas en una película, a la velocidad de 48 fotografías por segundo. La película no podía ser proyectada contra una pantalla y se tenía que mirar a través de una lente, pero tenía esto de nuevo: la película estaba perforada por los lados para permitir a un dispositivo especial detenerla

durante el tiempo de la exposición. Pero era un tiempo demasiado breve; demasiadas imágenes eran tomadas en un segundo; el intervalo entre un fotograma y otro era tan breve respecto al tiempo que permanecía la imagen en la retina, que el movimiento aparecía convulsionado y no natural.

En 1895, los hermanos franceses Augusto y Luis Juan Lumière, perfeccionaron esta invención y construyeron el primer tomavistas y aparato de proyección al que dieron el

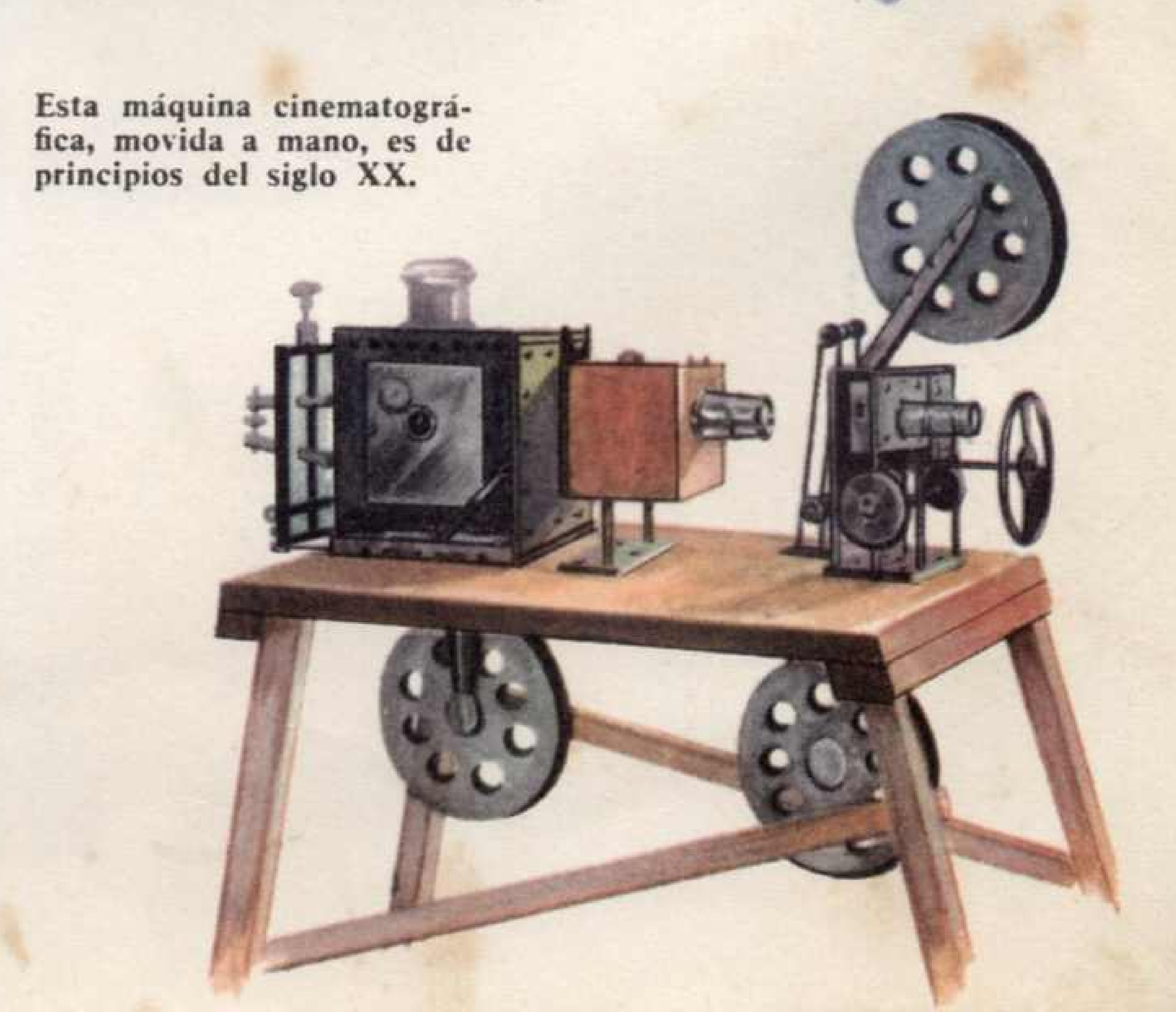


La máquina cinematográfica inventada por los hermanos Lumière tomaba de una banda sensible las imágenes que proyectaba.

El público que asistía a la proyección de uno de los primeros documentales, «Llegada a la estación de un tren», temió ser arrollado por la locomotora que aparecía sobre la pantalla, de tan real como les pareció la imagen proyectada.

nombre de "cinematógrafo". Este aparato consistía en una máquina fotográfica y de un proyector. Con un sistema mecánico especial, los hermanos Lumière consiguieron obtener 16 fotografías por segundo y proyectarlas con un intervalo de 1/16 de segundo. De este modo obtuvieron la impresión del movimiento continuo. La primera película de los hermanos Lumière, "La salida de los operarios de la fábrica Lumière", tenía 17 metros de largo. Había nacido el cine.

Esta máquina cinematográfica, movida a mano, es de principios del siglo XX.



UNA NUEVA FUENTE DE ENERGIA



En el siglo VI antes de J. C., el filósofo griego Tales de Mileto comprobó que el ámbar frotado con un paño tenía la propiedad de atraer partículas de otras materias. La palabra electricidad se deriva del nombre griego del ámbar, «electrón».

En el siglo XVII, el físico alemán von Guericke consiguió obtener una chispa apoyando una mano sobre una esfera de azufre que giraba rápidamente: con este experimento había provocado un fenómeno eléctrico idéntico al del rayo.

La electricidad al servicio del hombre

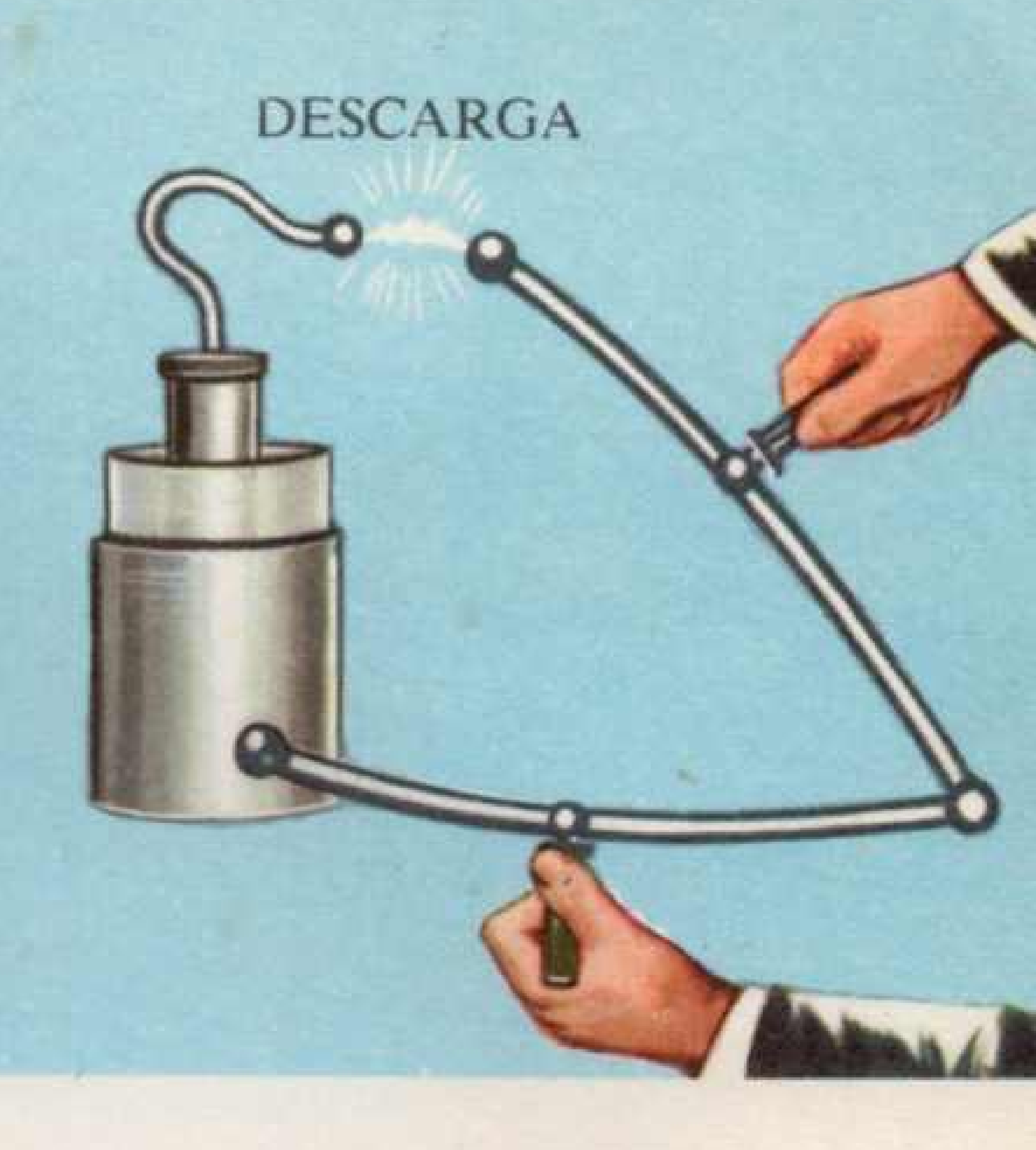
Los griegos ya sabían que el ámbar (una resina fósil que ellos llamaban "elektron"), cuando se había frotado fuertemente, podía atraer pequeñas partículas de otras materias. Sin embargo, esta misteriosa fuerza de atracción sólo fue conocida durante muchos siglos por algunos estudiosos, y considerada como una curiosidad. Pero a fines del siglo XVI, el inglés W Gilbert comienza de nuevo a estudiar esta misteriosa fuerza de atracción del ámbar y realiza varios experimentos, con lo que probó que también otros cuerpos (el azufre, el vidrio y el lacre) pueden atraer otros más ligeros, si se les somete a frotación. Gilbert dio a este estado especial el nombre de "electricidad", inspirado en el nombre griego de la primera materia que manifestó esta propiedad.

La electricidad se presentó como una realidad física por primera vez, hacia la segunda mitad del siglo XVIII, en un experimento del físico alemán Otto von Guericke. Mientras hacía rodar una esfera de azufre, von Guericke apoyó un rato su mano sobre ella y luego la retiró; en aquel momento se produjo una pequeña chispa y un pequeño estallido, como un rayo y un trueno en miniatura. Aquella fue la primera máquina que produjo electricidad por medio del "frotamiento" y la primera de todas las máquinas llamadas "electrostáticas".

Este experimento fue repetido por otros físicos y, poco después, el alcalde de Gdainsk, Gralath, utilizó una chispa de un modo espectacular. Puso un tubo metálico en con-



La botella de Leide es el tipo más sencillo de acumulador, o sea, de «recogedor» de electricidad. Se carga sujetándola por la «armadura externa», formada por una hoja de papel de estaño que recubre el recipiente de vidrio, y aproximando la varilla de metal a un generador de corriente, como, por ejemplo, una máquina electrostática. Para descargarla se ponen en contacto las dos «armaduras», la externa y la interna, con un arco metálico, produciéndose una fuerte descarga luminosa entre la varilla de la botella y el extremo del arco.



tacto con una bola de azufre que giraba; cogió el tubo por una extremidad con una mano mientras en la otra tenía una espada. La electricidad pasó a través del tubo de metal, del cuerpo de Gralath y de la hoja de la espada, de cuya punta saltó una chispa tan potente que era capaz de encender una vela.

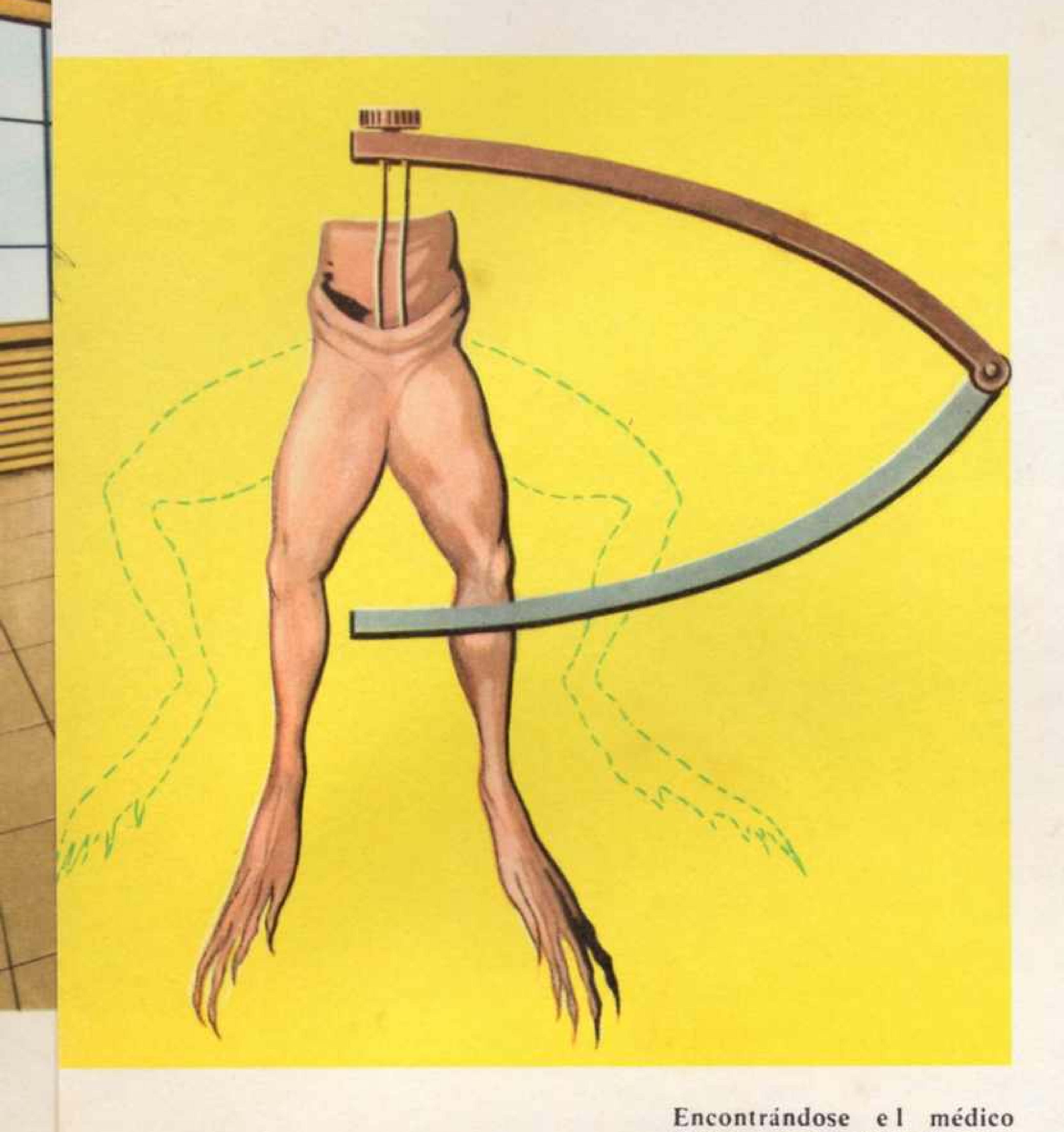
En 1745, el holandés van Musschenbroeck, de Leide, creyendo que la electricidad era un líquido o un vapor, y haciendo experimentos con objeto de disolverla en el agua, metió en el agua de una botella un hilo de cobre que estaba en contacto con una máquina electrostática. Tocó por casualidad el hilo y recibió una fuerte sacudida, con lo que no sólo hizo que se produjera una descarga eléctrica, sino que inventó, sin saberlo, un recipiente en que se podía conservar la energía eléctrica. Esta botella, perfeccionada, fue llamada "botella de Leide" o sencillamente "Leide" o "condensador". (Si en una caja se colocan muchas botellas de Leide, unidas entre sí, se obtiene una batería eléctrica.)

A mediados del siglo XVIII Benjamín Franklin cargó una botella de Leide conectándola con una cometa, por medio de un hilo, durante un temporal. De esta experiencia Franklin dedujo que existe una gran cantidad de electricidad en la atmósfera que tiende a descargarse en los cuerpos terrestres.
Como resultado de esta experiencia Franklin inventó el pararrayos (a la derecha), instalándose el primero en la casa de un comerciante de Filadelfia, en 1760.

Benjamín Franklin, en EE. UU., estudiando los fenómenos eléctricos, se sorprendió de la semejanza en color y ruido de la chispa eléctrica producida por el hombre con la máquina por frotamiento y los del rayo. Pensó que podían ser de la misma naturaleza y lo demostró con un famoso ex-



perimento. Construyó una cometa de seda que tenía uña fina punta de hierro, y la ligó a una cuerda. Al otro extremo de la cuerda ató una llave. Elevó la cometa durante un temporal y obtuvo en la llave gruesas chispas con las que llenó de electricidad una botella de Leide. Tras este experimento Franklin pensó en "arrancar del cielo" el rayo, que tanto daño producía cuando caía sobre las casas, e inventó el pararrayos. Esta fue la primera invención práctica basada en la electricidad.



Debido a los italianos Luigi Galvani y Alessandro Volta, la ciencia de la electricidad hizo importantes progresos. Galvani experimentó la electricidad con las ranas. Y Volta, haciendo deducciones de los experimentos de Galvani, inventó la primera batería eléctrica capaz de producir una corriente continua, en vez de una sencilla descarga eléctrica.

Durante sus experimentos Galvani notó que aplicando la hoja de un cuchillo sobre el nervio de las piernas de una rana desollada, se producían contracciones musculares: la rana movía las piernas. Estas contracciones se hacían violentas si los nervios lumbares y los músculos del muslo eran tocados al mismo tiempo por un arco formado por dos metales diferentes. Ante esto, Galvani pensó que quizá hubiese en la rana electricidad, y que el arco bimetálico sólo provocase la descarga. En una palabra, consideraba a la rana como una botella de Leide que se descargaba a través del arco.



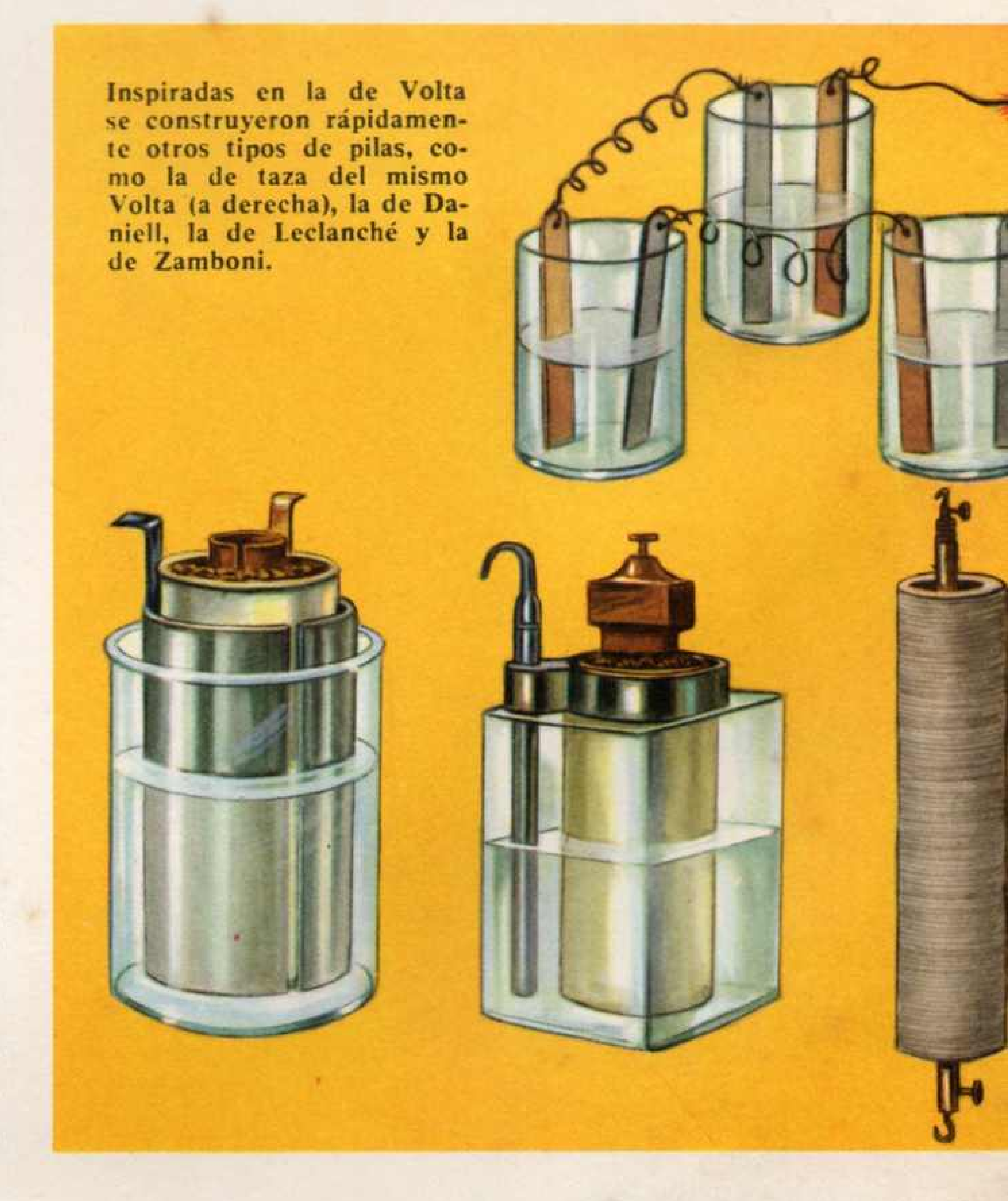
Encontrándose el médico italiano Luigi Galvani estudiando la anatomía de la rana, advirtió que los músculos de este animal se contraían cuando tocaba, con un arco de metal, los nervios lumbares y del muslo, concluyendo, por ello, que existía una electricidad especial en los animales.
Pero observando que la experiencia sólo se realizaba si el arco estaba formado por dos metales diferentes, Alejandro Volta comprendió que la electricidad se producía sólo por el contacto de los metales, construyendo, más tarde, la pila que lleva su nombre, y que es capaz de producir electricidad.

Sus experiencias, publicadas en 1791, despertaron un gran interés en todo el mundo y fueron continuadas en Inglaterra, Francia y Alemania. Alessandro Volta primero ratificó las deducciones de Galvani, pero luego comenzó a dudar, concentrando su atención en el hecho de que las contracciones eran más violentas cuando la rana era tocada por el arco bimetálico. Por lo que llegó a la conclusión de que la energía eléctrica no nacía de la rana, sino del contacto entre los dos metales, y que esta electricidad era igual a la que se desprendía de la máquina electrostá-

En 1801, Volta, invitado por la Academia de París, visitó esta ciudad y mostró a varios de sus miembros algunos de sus experimentos con la pila. Napoleón, que asistió a esta sesión, concedió a Volta una medalla de oro y le tributó grandes honores.

tica. Llegado a este punto, hizo consigo mismo un importante experimento apoyó sobre la punta de su lengua una lámina de estaño, y teniendo en contacto con ésta una cuchara de plata, tocó con la misma cuchara otro punto de la lengua. Volta esperaba una contracción, una sacudida; sintió, en vez de ello, un sabor ácido; invirtió los metales y obtuvo un sabor amargo. Entonces comprendió que había pasado lo mismo que en el experimento de la rana, pero que en este caso, la corriente eléctrica producida por los dos metales, había excitado el nervio del gusto (por el contrario, en el caso de la rana, excitaba los nervios motores).

Luego descargó sobre su lengua una pequeña botella de Leide, reconociendo que el sabor ácido correspondía a la electricidad negativa, y el amargo a la positiva. La lengua era "un medio revelador de electricidad", incluso mejor que la rana. Intentó demostrar su teoría, es decir, que la corriente era producida por dos metales diferentes, y que la rana sólo era un medio, valiéndose de un aparato que no tuviese ningún carácter fisioló-



Inspiradas en la de Volta se construyeron rápidamente otros tipos de pilas, como la de taza del mismo Volta (a derecha), la de Daniell, la de Leclanché y la de Zamboni.



En 1813, el químico inglés Davy observó que, si se ponen en contacto alejándolas ligeramente las puntas de dos trozos de carbón conectados con una fuerte corriente eléctrica, ésta se trasmite de uno al otro creando una faja de luz muy intensa, llamada «arco voltaico» (abajo).
Este descubrimiento se viene utilizando como fuente de calor, en particular en los hornos eléctricos, y como caudal luminoso en las máquinas de proyección y en las lámparas (izquierda), que sin embargo pronto fueron sustituidas por la lámpara incandescente, debidas a Edison y a Swan.

La producción del calor por paso de la corriente eléctrica por un hilo conductor, es la base de muchas invenciones prácticas como la plancha, el hornillo y la estufa eléctricos, de los que presentamos en el grabado algunos de los primeros modelos que se fabricaron.

gico. Para ello comenzó a investigar entre los metales y las sustancias líquidas, descubriendo qué combinaciones entre metales y cuáles entre metales y líquidos eran neutras y cuáles activas. También descubrió que las fuerzas eléctricas se suman cuando las parejas de los metales se siguen formando cadena en el mismo orden.

En 1800 construyó el primer generador de corriente, la famosa "pila" formada por dos discos de cobre y cinc apareados, y separados por otros de paño embebido en agua acidulada; con lo que demostró que la energía eléctrica podía nacer del contacto entre dos metales como él había previsto. (Galvani no pudo asistir al triunfo de su adversario. Había muerto el año anterior.) Por lo tanto, tras de la electricidad estática (por "frotamiento"), se había descubierto la electricidad dinámica.

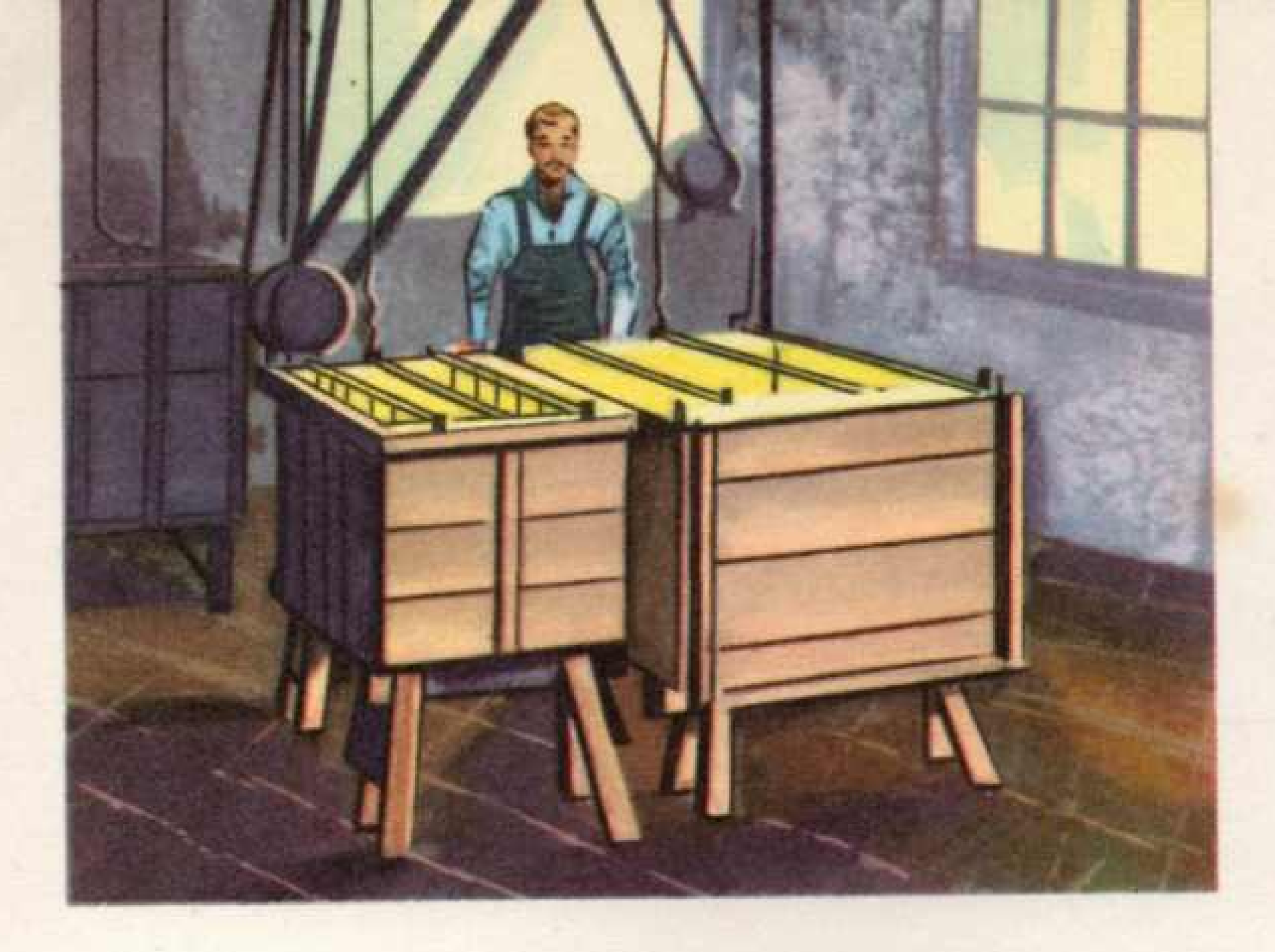
Había llegado el momento de poner la electricidad al servicio del hombre, dándole calor y luz, fuerza motriz a las máquinas y transmitiendo sus señales a largas distancias.

El primer instrumento en el que se utilizó la electricidad fue la bombilla eléctrica de Edison, que este sabio experimentó en los EE. UU. entre 1879 y 1881. Otro aparato eléctrico entre los primeros a entrar en uso fue el "ventilador", experimentado en Norteamérica hacia 1890 y perfeccionado por el italiano Ercole Marelli.

Luego los aparatos eléctricos se han multiplicado y hoy en día han invadido el mercado. Entre los más difundidos se encuentran las planchas, los aspiradores, las estufas, cocinas, calentadores, etc. Todos estos aparatos electrotérmicos, es decir, que producen calor por la electricidad, tienen en su interior una "resistencia" que, calentada por el paso de la corriente a través de ella, aumenta su propia temperatura hasta que el calor absorbido por el aparato es igual al de aquélla.

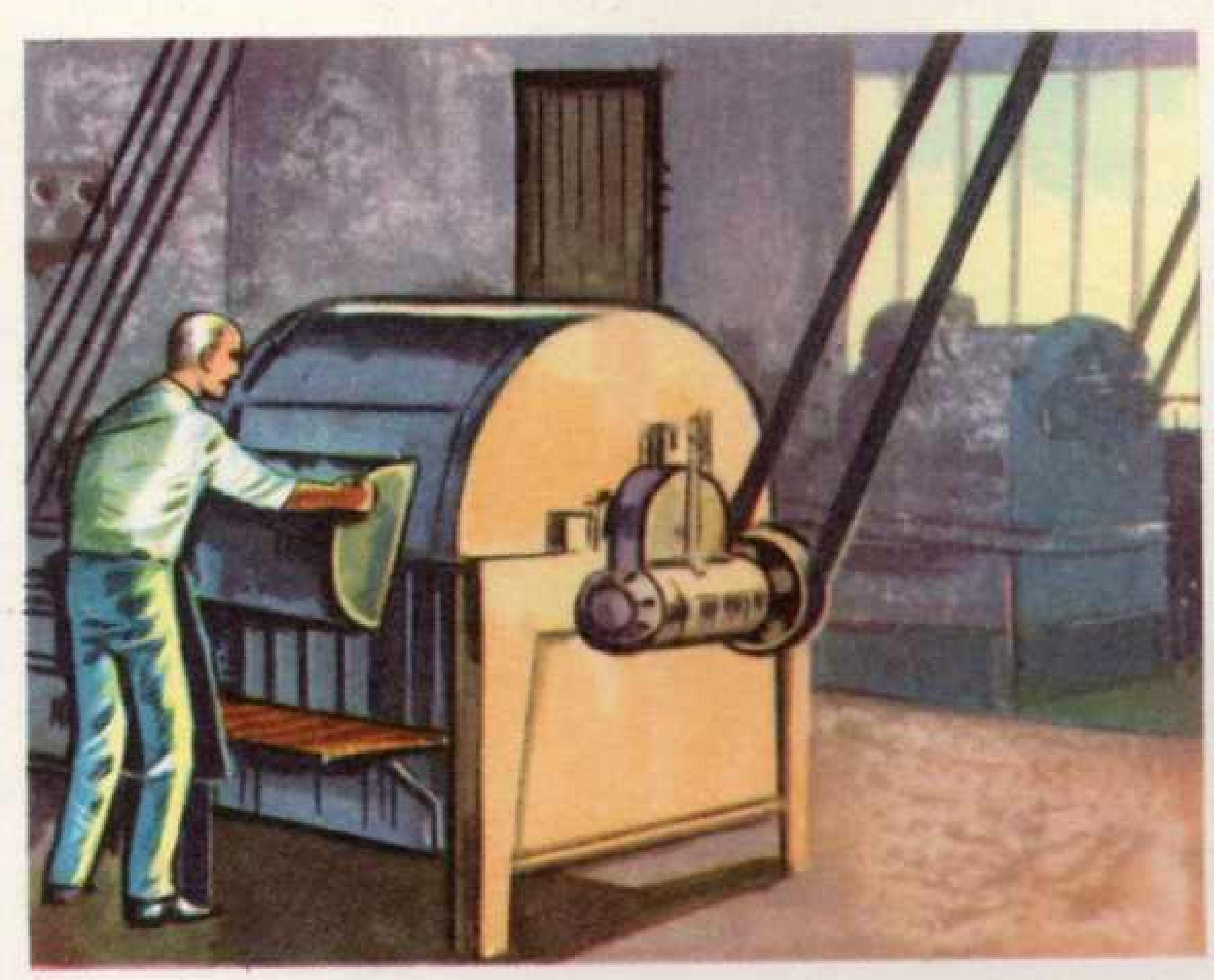
Cuando apareció la pila de Volta, muchos científicos comenzaron a estudiar la acción química de la electricidad.

En 1800, el inglés W. Nicholson descompuso el agua en sus dos elementos, por me-





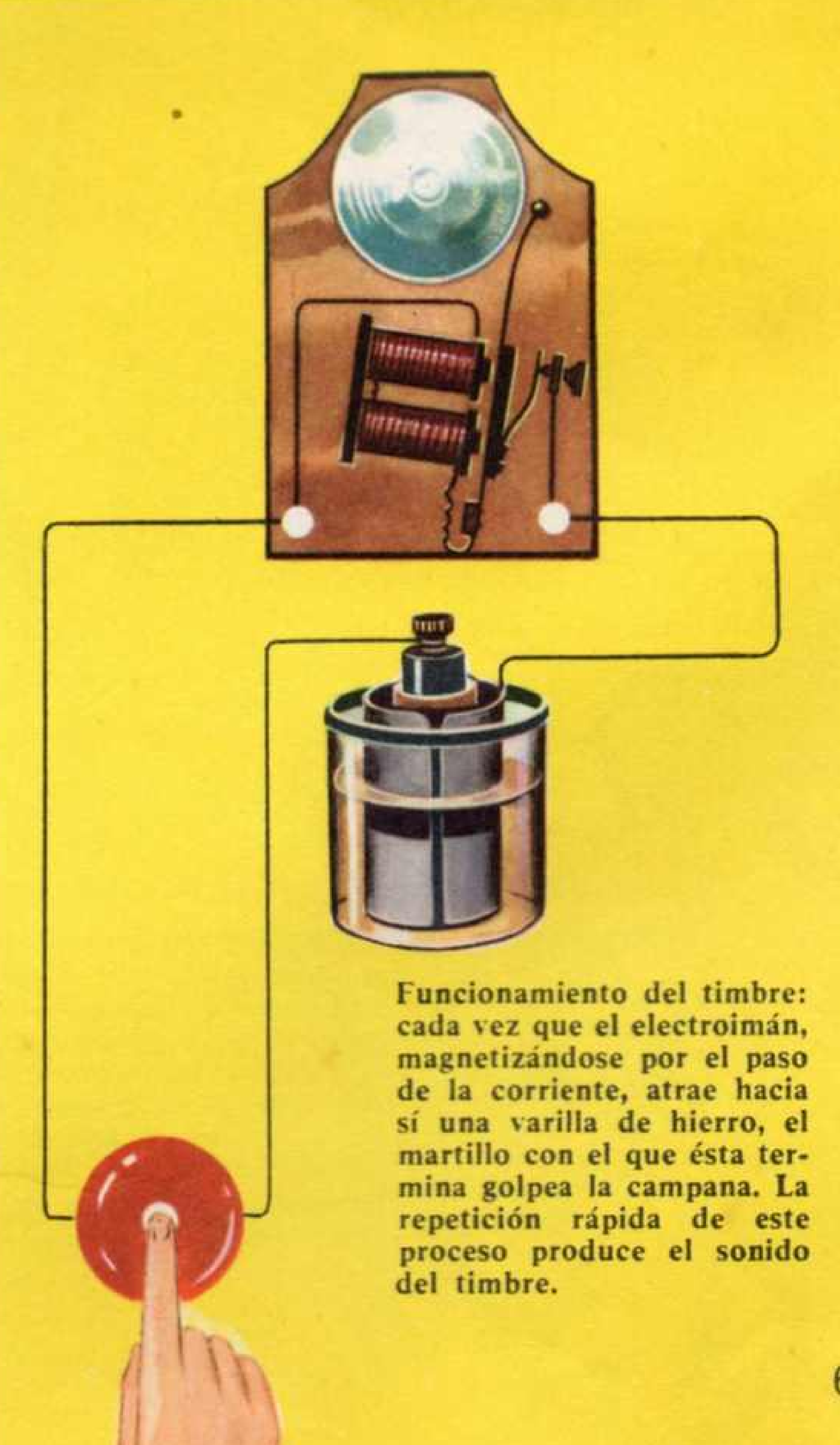
Dos importantes aplicaciones de la electricidad son la galvanoplastia y la galvanostegia. Si se quiere reproducir una medalla, se recubre su molde de cera con una capa de grafito y se la sumerje en un baño de sulfato de cobre conectándola con el polo negativo de una pila: por el paso de la corriente, el cobre, descompuesto del sulfato de cobre, se deposita sobre la cera, reproduciendo el modelo. En esto consiste la galvanoplastia.



La galvanostegia permite cubrir un metal con una capa de otro más noble, por medio de una corriente eléctrica y con un procedimiento análogo al anterior. De este modo se obtiene el cromado, niquelado, dorado, etcétera.

dio de la electricidad. Poniendo un tubo en forma de U en agua con ácido sulfúrico (para hacerla mejor conductora), y haciendo pasar una corriente eléctrica a través del tubo, el agua comenzó a descender y en los brazos del tubo se formaron dos gases, el hidrógeno y el oxígeno.

Esta propiedad de la electricidad de descomponer los cuerpos sumergidos en un conductor líquido (electrólisis), fue desarrollada por Vicenzo Brugnatelli en la "galvanoplastia" (1802), procedimiento especial por medio del cual se reproduce en metal un objeto, recubriendo la forma, hecha de materia fusible. Si se sumerge dicha forma espolvoreada de grafito, para hacerla mejor conductora, en una solución de sulfato de cobre, en el que se ha puesto un trocito de cobre, y se hace pasar la corriente, se ve que ésta descompone el sulfato de cobre, mientras que una capa de metal va a depositarse sobre la forma. Con la galvanostegia se recubre de metal un cuerpo metálico.



Funcionamiento del timbre: cada vez que el electroimán, magnetizándose por el paso de la corriente, atrae hacia sí una varilla de hierro, el martillo con el que ésta termina golpea la campana. La repetición rápida de este proceso produce el sonido del timbre.

EL MUNDO DE LOS SONIDOS



El arpa egipcia era un instrumento de cuerda de poco más de un metro de altura. Luego sus dimensiones aumentaron. El arpa se la concibe más como instrumento femenino.

La cítara, de sonido vibrante, fue el instrumento de cuerda típico de los griegos. La tocaba un músico para acompañar el canto de los poemas de guerra.

La flauta de los etruscos tiene como ascendente directo a la de los griegos que atribuyeron su invención a Minerva. Este instrumento de aire, que antiguamente tenía dos tubos, acompañaba con sus dulces sones las ceremonias religiosas y los banquetes.

Música e instrumentos musicales

Los documentos más antiguos que se refieren a la música, se elevan al antiguo Egipto, donde toda solemnidad iba acompañada de manifestaciones musicales, como se puede ver en los relieves y pinturas que han llegado hasta nosotros. En los documentos hebreos se habla de "solos" y de corales. Pero la mayor cantidad de documentos sobre la música que han llegado hasta nosotros se refieren a la antigüedad clásica.

En los griegos encontramos la primera música escrita, no con las notas que empleamos hoy, naturalmente, sino con letras del alfabeto; a cada sonido correspondía una letra.

En Grecia la música jugaba un papel importante en la vida: los filósofos estudiaban su historia y su técnica, y la música acompañaba las ceremonias religiosas, hacía de fondo en los recitales de los poetas y subrayaba las palabras del coro en las representaciones teatrales. Pues, como se sabe, en toda tragedia griega hay un coro que comenta la acción.

Los romanos fueron poco aficionados a la música. La empleaban sobre todo para fines militares, como lo demuestra que los instrumentos más usados por ellos fueran las trompas.

Los cristianos asignaron a la música una alta función religiosa, por lo que le concedieron una gran importancia.

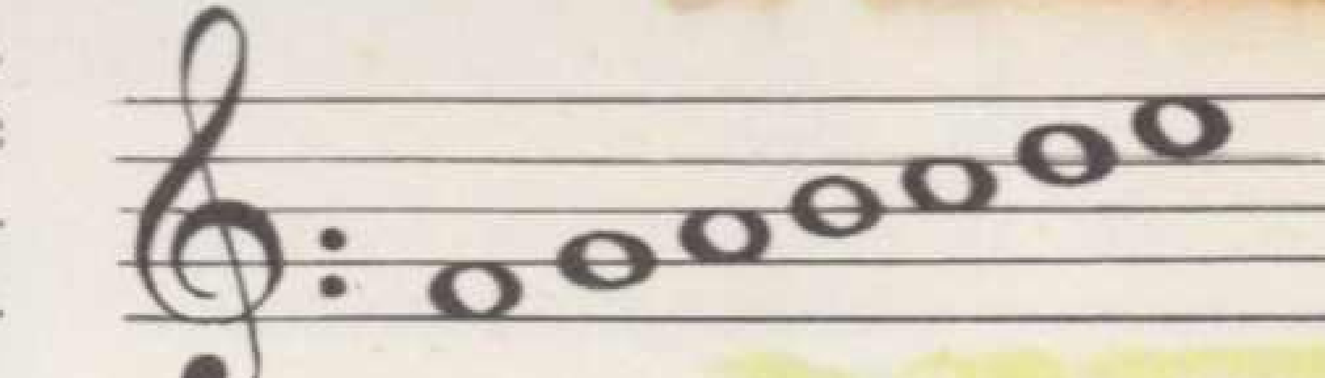
En el medioevo, junto a la música religiosa apareció la música profana y los juglares y ministriles iban de corte en corte,

cantando canciones de amor y de aventuras.

En el siglo IX nace la polifonía, es decir, el canto de varias voces diferentes y contrapuestas. Hasta el siglo XVI, incluido, existe un predominio de la música vocal sobre la instrumental; luego los instrumentos van adquiriendo cada vez mayor importancia.

Entre los babilonios, asirios y egipcios, se encuentran casi todos los instrumentos que, con alguna modificación, forman parte de nuestras orquestas. La zampoña de los egipcios, griegos y etruscos, es la madre de nuestro oboe. La flauta moderna desciende del pífano o flauta de Pan (dios griego de los bosques); el arpa que vemos pintada en un vaso griego de hace dos mil años, se diferencia poco de las de hoy. La cítara egipcia y la lira, dieron origen a instrumentos de cuerda de los que se derivó, entre otros, la guitarra. El órgano es antiquísimo. Lo inventaron los griegos. Herón de Alejandría construyó uno en el que el agua enviaba el aire a los tubos por medio de una bomba. El primer instrumento de arco parece que fue inventado por los

A Guido de Arezzo, monje italiano que vivió hacia el siglo XI, se le atribuye la invención de las notas musicales. Con ello quiso establecer signos convencionales para enseñar el canto a sus alumnos. Antes la música se transmitía oralmente.





El laúd (a izquierda) estuvo particularmente en auge de los siglos XI al XVII. El clavicordio, muy en boga de los siglos XIV al XVIII, era una caja armónica con teclado, que producía diferentes sonidos, pero amortiguados y sin sonoridad (a la derecha).



El violinista Nicolás Paganini alcanzó fama casi legendaria. Se llegó a decir que el diablo guiaba el arco de su violín prodigioso.

La guitarra, instrumento de cuerda de sonoridad cálida y vibrante, se emplea mucho para acompañar el canto. Con este instrumento han alcanzado gran fama los concertistas españoles.



Los primeros pianos fueron de «cola». En 1739 se construyó el primer piano «vertical».



Alemania, Francia e Italia, fueron los países en los que floreció con más importancia la fabricación de órganos de iglesia. Hoy se fabrican órganos eléctricos y electrónicos.

árabes que hicieron resbalar un arco sobre las cuerdas de un laúd. Al siglo XIV se remonta el más antiguo instrumento de cuerda y teclado: el clavicordio, que, luego, se transforma en clavicémbalo y, en el siglo XVIII, en piano.

Mucho más complicado es el órgano, provisto de un gran número de teclas. En este instrumento se combinan las teclas y los tubos, en los que el aire es introducido por medio de pedales.

El arte de producir sonidos con los más

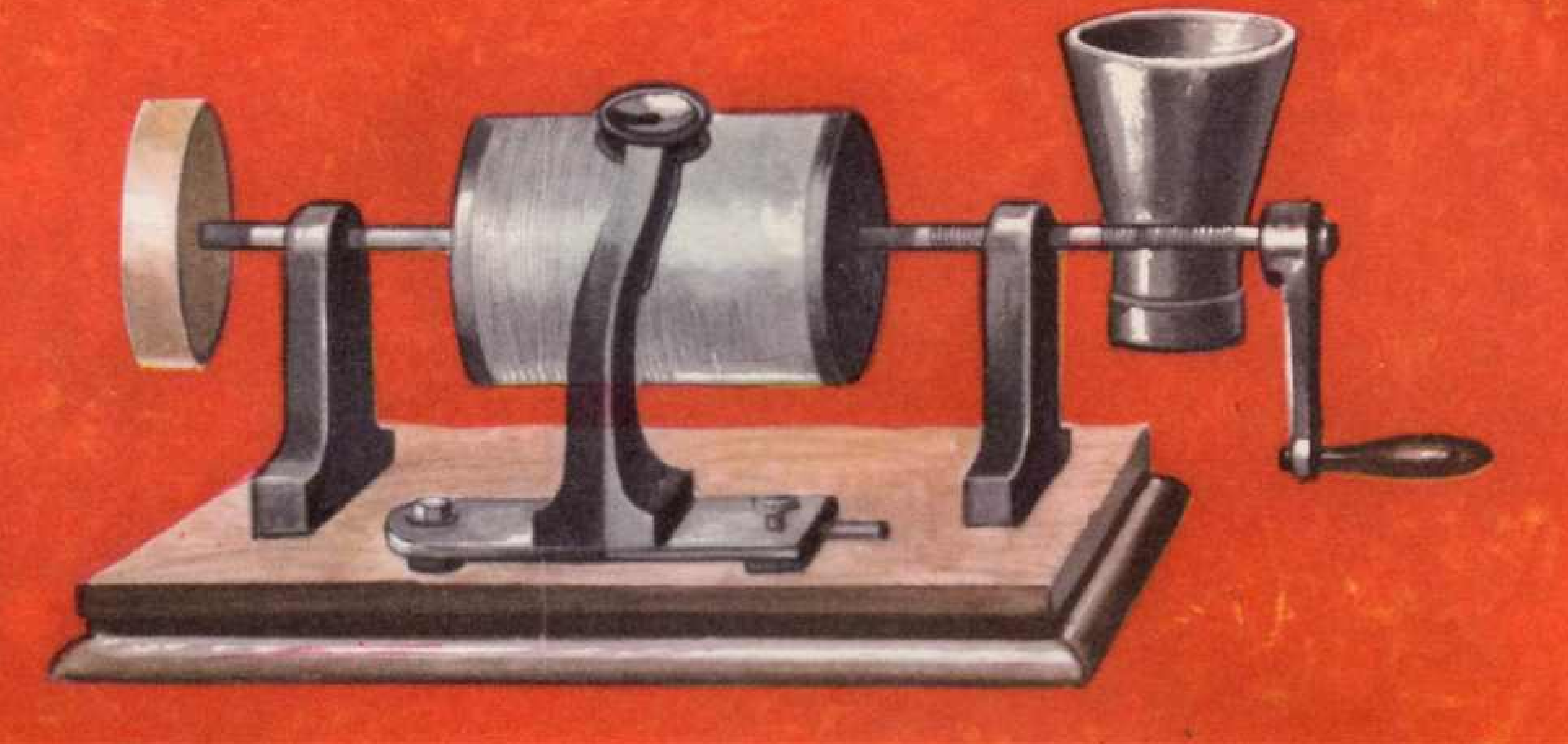


El saxofón y la trompeta forman parte de las orquestas de jazz, en las que crean ritmos semejantes a los de los cantos negros, de los que procede dicha música.



El xilófono (arriba), es un instrumento típico de las orquestas modernas. Está formado de planchas o cilindros modernos de madera de proporciones graduadas de menor a mayor, que, golpeados con unas mazas, emiten todas las notas de la escala musical.

La batería de jazz está compuesta de tres tambores, la caja y los platillos.



El primer **f o n ó g r a f o** fue construido en 1878 por Edison, a quien se debe la reproducción del sonido. El fonógrafo consistía en un cilindro giratorio recubierto de una hoja de estaño, sobre la que se hacía correr una aguja, que transmitía las vibraciones grabadas a una membrana (con procedimiento inverso). De este modo se conseguía la reproducción del sonido original.



En 1887 Berliner substituyó el cilindro por un disco de cristal con un baño de barniz en el que la aguja trazaba una línea espiral.

variados instrumentos es antiquísimo, pero el sonido se desvanece en el aire cuando cesan las vibraciones que lo han originado. De los grandes actores del pasado no conocemos sus voces; nada ha quedado de la perfecta ejecución de grandes pianistas y violinistas como Chopin y Paganini. Pero desde hace casi un siglo, el hombre ha conseguido apresar el sonido y puede reproducirlo. Esta genial invención es debida a Tomás Edison, que en 1878 obtuvo la patente de un aparato al que dio el nombre de "fonógrafo".

El primitivo fonógrafo estaba formado por una bocina ante la que se hablaba, cantaba o tocaba. El sonido recogido de esta forma hacía vibrar en la extremidad de la bocina un diafragma al que se le había provisto de una aguja. La aguja trazaba surcos sobre una hoja de estaño, envuelta en un cilindro que se hacía girar. Los surcos eran más o menos profundos según la intensidad del sonido. Haciendo pasar de nuevo la aguja sobre los surcos trazados, se reproducía el sonido. El cilindro de estaño se sustituyó pronto por uno de cera y, más tarde, por un disco horizontal. El inventor de este nuevo aparato fue el alemán Berliner, que lo llamó "gramófono".

La ilustración presenta a la famosa actriz **S a r a B e r n h a r d t**, registrando su voz en un estudio de Nueva York.






Evolución del gramófono y del disco: gramófono de cilindro, a cuerda y bocina, y giradiscos eléctrico con altavoz.
ABAJO: Banda y magnetofón moderno.

Abandonado el fonógrafo de cilindros por el de discos, mucho más manejable, fue posible grabar gran número de ejemplares. Se emplearon, para la confección de la aguja y del diafragma, materiales diferentes, pero siempre había el inconveniente de ser necesario que el sonido se reprodujese ante la embocadura de la bocina para que fuese recogido con toda su intensidad.

Hasta que no se inventó la grabación eléctrica, que transforma la energía sonora en impulso sonoro, no se pudo registrar ningún espectáculo teatral o la ejecución de ningún concierto. Según este procedimiento, con un micrófono se puede recoger no importa qué sonido; un amplificador amplía la energía sonora que hace funcionar el aparato registrador. Sobre un disco de cera, una punta de diamante traza un surco según el impulso que le envía un electroimán. Del disco de cera grabado se saca una copia de cobre que sirve de matriz metálica para la fabricación de discos en materia plástica.

Hoy el aparato más moderno para registrar los sonidos es el magnetófono a banda: una cinta magnetizada pasa con movimiento uniforme entre los dos polos de un electroimán y se magnetiza según la modulación de la corriente que proviene del micrófono. Para la reproducción del sonido, se hace pasar la banda en sentido contrario: los impulsos sonoros se transforman de nuevo en ondas sonoras.



Grabación fonográfica moderna: Durante la ejecución de la obra, el conjunto de los músicos se encuentra cerrado en una cabina para evitar la dispersión del sonido.

TELEGRAFO Y TELEFONO

Conversación a través del océano

Durante milenios el hombre no poseyó ningún medio para hablar a grandes distancias o para transmitir noticias.

En un principio intentó hacerse oir poniéndose las manos en torno de la boca, como si fuera un embudo y gritando lo más fuerte posible. Y hasta hace un poco más de cien años, el hombre no había encontrado nada mejor para aumentar el alcance de su voz, que la bocina de metal.

Existían, naturalmente, varios medios para hacer señales a distancia. A través de los siglos, en las diferentes partes del mundo, los hombres emplearon una infinidad de métodos basados en el oído o en la vista: el tam-tam, las trompas, campanas, banderas, hogueras en lo alto de las colinas, columnas de humo, antorchas y espejos deslumbrantes. Pero ninguno de estos sistemas podía ser usado para enviar mensajes complicados a gran distancia.

En este camino se dio un paso hacia adelante cuando, en el siglo XVIII, el francés Chappe ideó un sistema realmente ingenioso. Hizo construir torres sobre las que se ponían astas de madera, a las que hacía adoptar posiciones convencionales, correspondientes a cada una de las letras del alfabeto. Por este procedimiento se podían poner en comunicación ciudades lejanas, a través de una serie de torres distantes unas de otras una decena de kilómetros. Pero si había niebla o era de noche, este sistema no servía.

Sólo se pudo comunicar a cualquier dis-



Cuando en la antigüedad los hombres querían comunicarse a distancia, recurrían a medios ingeniosos, como, por ejemplo, el tam-tam, empleado todavía en nuestros días por algunas tribus primitivas.

Hace algo más de un siglo, para la comunicación en el océano se recurría al empleo de banderas.

Un medio de comunicación bastante antiguo es el de las palomas mensajeras, raza especial de palomos que puede recorrer hasta 800 kilómetros por día, y a las que los hombres confiaban sus mensajes. Durante la primera guerra mundial, estas aves fueron muy útiles.



El telégrafo eléctrico, aparato que transmite señales a distancia por medio de impulsos eléctricos, fue inventado por Morse en 1835. A derecha, vemos el primer aparato telegráfico de Morse, y a la izquierda el telégrafo Morse perfeccionado.

tancia, y no importa en qué tiempo, cuando el hombre comenzó a producir la electricidad. Y sólo entonces apareció el telégrafo y el teléfono.

Samuel Morse puede ser considerado el inventor del telégrafo. En 1835 construyó un aparato que transmitía noticias a distancia, por medio de un alfabeto especial de líneas y puntos. Presionando sobre un pulsador, éste transmitía al hilo (al que estaba conectado) un impulso de corriente. Este impulso alcanzaba el otro extremo del hilo, en el que estaba la máquina receptora. En ella se encontraba un trozo de hierro dulce en el que estaba envuelto el extremo del hilo. En cuanto recibía la corriente, el hierro quedaba imantado y atraía una ruedecita; la ruedecita movía un índice que, en contacto con una cinta, trazaba sobre ella puntos o líneas, según la duración de la emisión. El alfabeto Morse se halla todavía en uso.

El primer mensaje telegráfico fue transmitido de Wáshington a Baltimore en 1844.

El teléfono, el aparato que transmite los sones a distancia, fue inventado por Antonio Meucci, un artesano italiano emigrado a América. Encontrándose en 1871 en Clifton, cerca de Nueva York, pidió la patente para un dispositivo telefónico formado por una lámina metálica conectada con un electroimán. Una instalación de este género facilitaba la transmisión telefónica, aunque sólo a breve distancia. Cinco años más tarde, los norteamericanos Graham Bell y Elisha Gray depositaron, a dos horas de distancia, la misma demanda de patente para el mismo aparato.

Los dos teléfonos eran idénticos entre sí

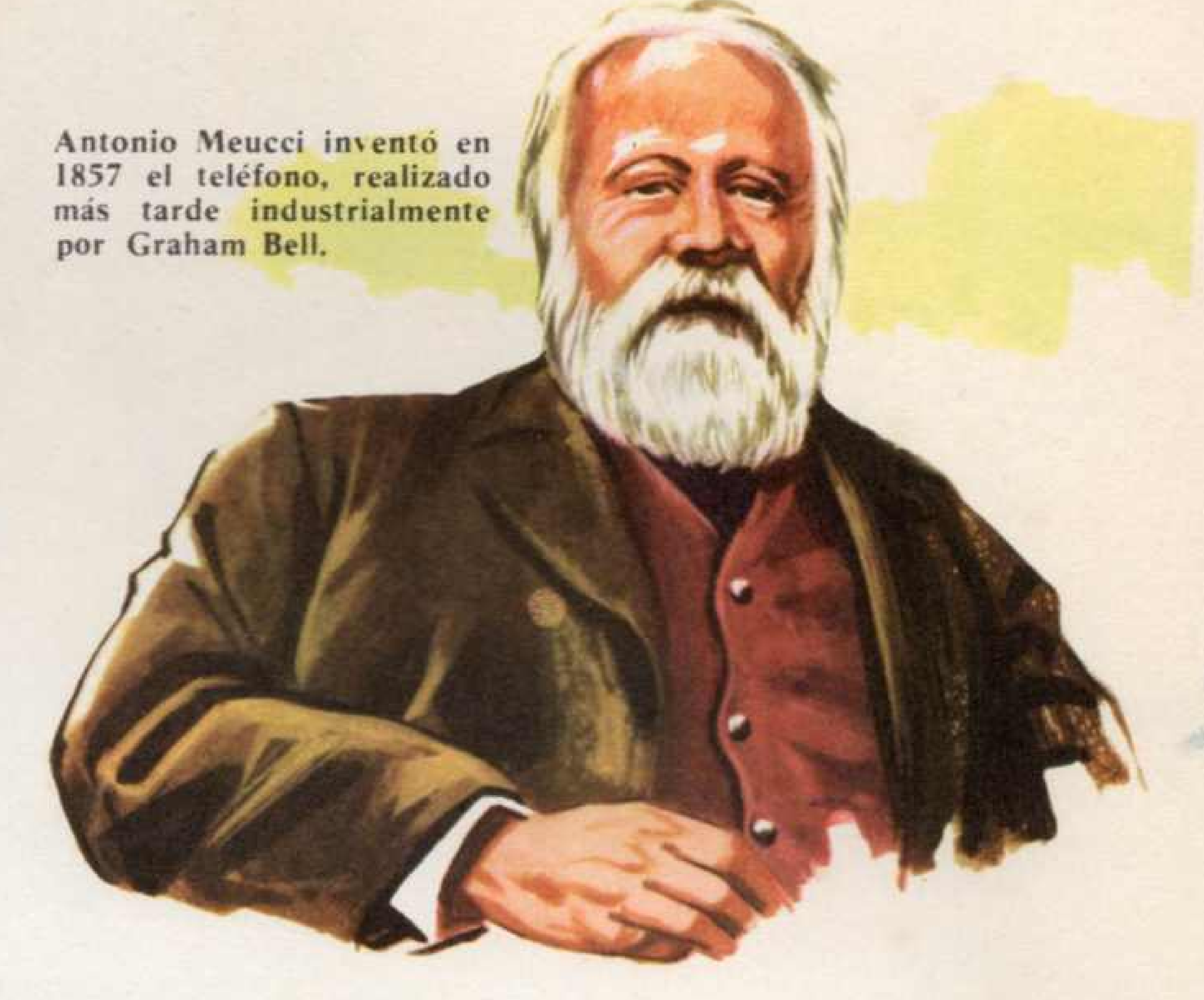


El aparato telegráfico, en sus partes esenciales, consiste en una batería que emite la corriente a la línea, formando un circuito; de un trasmisor que puede interrumpir o cerrar el circuito; y de un receptor, compuesto de un dispositivo electromagnético que traza sobre una banda de papel, los puntos y las líneas del alfabeto Morse y toda interrupción o cierre del circuito.

e idénticos al de Meucci. Ello dio lugar a un pleito muy complicado en el que en 1886 la Corte Suprema de los Estados Unidos reconocía la prioridad a Meucci. Sin embargo, hay que decir que, aunque Meucci fue el inventor del teléfono, quien lo perfeccionó e hizo posible su empleo fue Bell.

Veamos cómo funciona el teléfono: la voz que habla en el micrófono hace vibrar un diafragma que, con su rápido movimiento, presiona sobre unas partículas de carbón, juntándolas o separándolas según la intensidad del sonido. Cuando las partículas se juntan, son portadoras de fuerte corriente eléctrica (que no es más que una de las propiedades del polvo de carbón); cuando, por el contrario, están separadas, llevan una corriente muy débil. Esta corriente, que varía de intensidad, es transmitida a través del hilo a otro aparato, el receptor, que debe ponerse cerca del oído de quien escucha. En él se encuentra un trozo de hierro dulce rodeado de un hilo, el electroimán. Cuando llega una corriente fuerte, el hierro atrae fuertemente al diafragma; cuando la corriente que llega es débil, el diafragma es atraído hacia adentro. Esto significa que el diafragma, que se encuentra en la parte del aparato que se aproxima al oído, vibra emitiendo ondas exactamente iguales a las emitidas por la voz que habla en el micrófono.

La primera transmisión a lo largo de una distancia relativamente larga, 22 Km., tuvo



Antonio Meucci inventó en 1857 el teléfono, realizado más tarde industrialmente por Graham Bell.





Modelo del teléfono de Bell que en 1876 emitió los primeros sonidos (arriba). Graham Bell inauguró la línea telefónica Nueva York-Chicago.

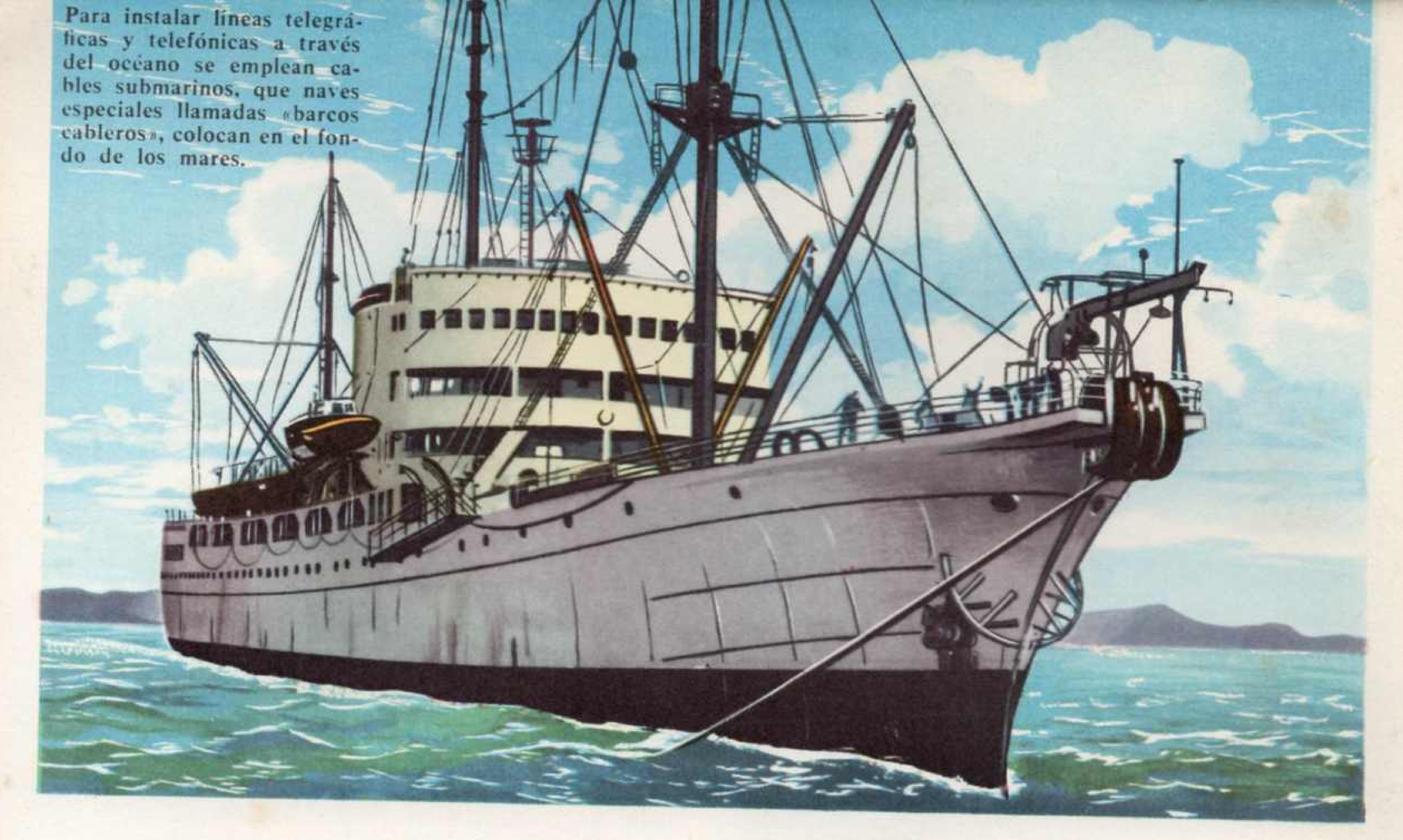
En toda comunicación telefónica, el trasmisor o micrófono transforma los sonidos en corriente eléctrica; ésta a través de la línea llega a un aparato receptor donde las variaciones de la corriente se transforman de nuevo en sonidos.

lugar en 1877; la primera central telefónica se instaló en los EE. UU. en 1892.

En los primeros tiempos, toda conversación telefónica tenía lugar a través de la "central", a la cual concurrían todos los hilos telefónicos de los aparatos de la ciudad. Cuando se quería hablar por teléfono con una persona, había, primero que nada, que dirigirse a la central y dar a la telefonista el nombre del abonado con el que se quería comunicar. La telefonista ponía en comunicación los hilos de los dos abonados que, finalmente, podían hablar. Como se ve, este sistema no era demasiado práctico: exigía un gran número de empleadas en la central, un gran trabajo y cierta pérdida de tiempo. También hoy existen centralillas telefónicas (pero movidas por teclas y no por hilos); las centrales de las ciudades se han transformado en automáticas y el lugar de los empleados ha sido ocupado por unas máquinas prodigiosas (selectores), capaces de realizar ellas solas todo el trabajo de conexión entre los diferentes abonados.

El teléfono que vemos en casa es un teléfono automático, es decir, que es capaz de hacerlo todo él solo. Veamos lo que sucede cuando levantamos el microauricular En el mismo momento en que lo elevamos se forma un circuito eléctrico cerrado, en uno de


A la derecha vemos uno de los primeros aparatos telefónicos de producción industrial; abajo, modelos de pared y de mesa, no tan antiguos.


Para instalar líneas telegráficas y telefónicas a través del océano se emplean cables submarinos, que naves especiales llamadas «barcos cableros», colocan en el fondo de los mares.

cuyos extremos se encuentra nuestro aparato y al otro la "central". En ese momento la central envía al circuito una corriente eléctrica continua. En este instante entra en escena el "disco". Pues el aparato, como ya sabemos, está provisto de un disco con diez agujeros numerados que funciona mediante un resorte, y que podemos combinar. El resorte, cada vez que se marca un número, hace que el disco vuelva a su posición primitiva. Mientras gira para volver a su primera posición, el disco lanza sobre la línea pulsaciones, tantas como unidades tiene cada cifra. Si, por ejemplo, llamamos al número 87143, primero se darán ocho pulsaciones, luego siete, luego una, luego cuatro y, finalmente, tres. Estas pulsaciones son transmitidas a la central donde son recogidas por un electroimán, que a su vez lo transmite a un instrumento mágico, el selector, que según las pulsaciones recibidas, selecciona, pone en comunicación y avisa al abonado al que hemos llamado.

El teléfono es tan útil que en pocos años se extendió por todo el mundo, instalándose teléfonos públicos y servicios telefónicos urbanos e interurbanos.

También el telégrafo tenía necesidad de líneas tendidas de unas a otras ciudades, pero esto, además de ser molesto, tenía el incon-

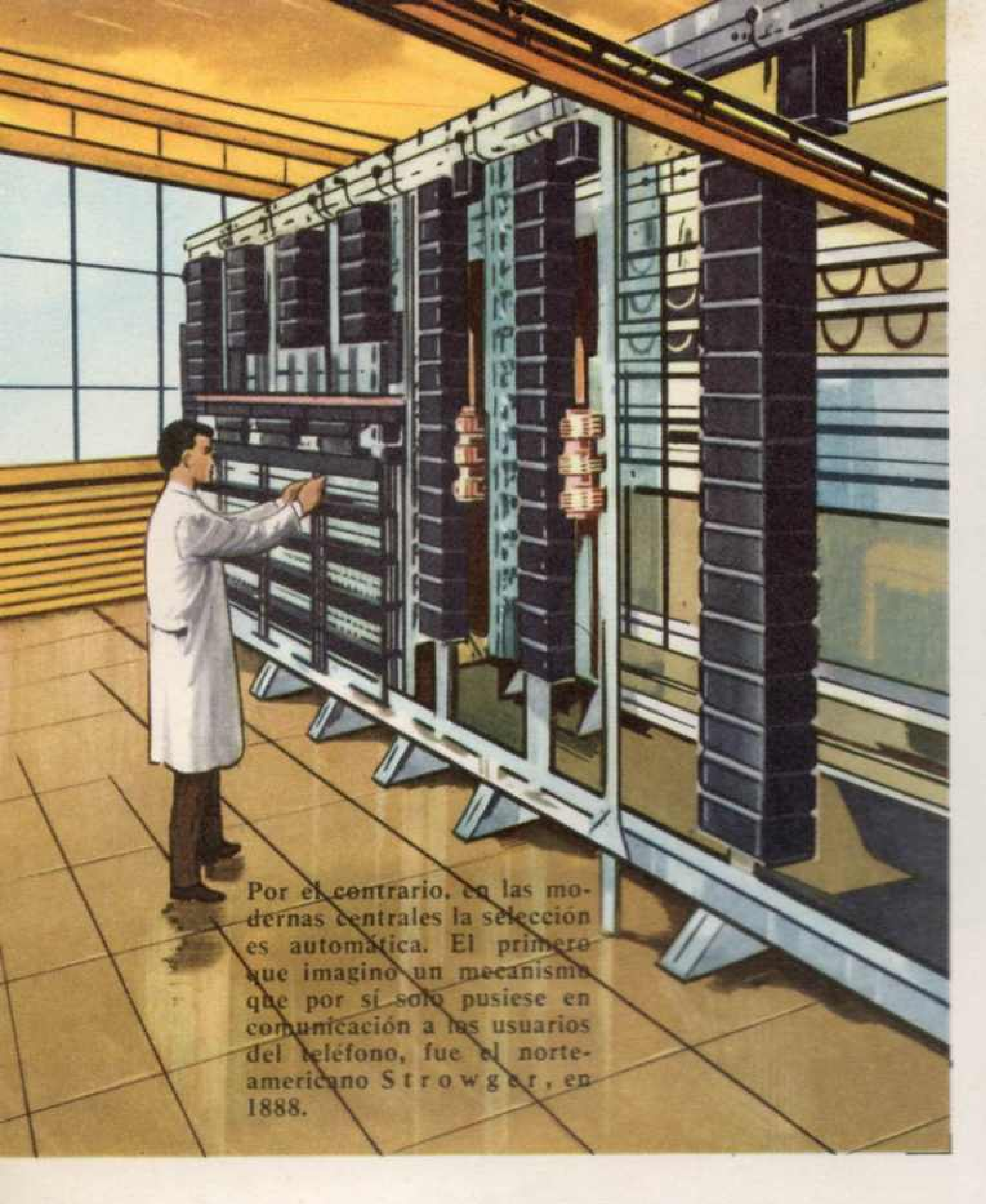

En las primeras centrales telefónicas la comunicación entre los usuarios se realizaba por medio de una selección manual.

veniente de quedar interrumpido de vez en cuando. Por ello, muchas de las líneas telegráficas fueron tendidas subterráneamente. Más tarde se tendieron cables entre los continentes separados por el mar, mediante naves especiales llamadas "cableros".

En un principio estos cables fueron sólo usados para mensajes telegráficos, luego se emplearon también para hablar a través de ellos. El primer cable entre Europa y América se tendió en 1866.

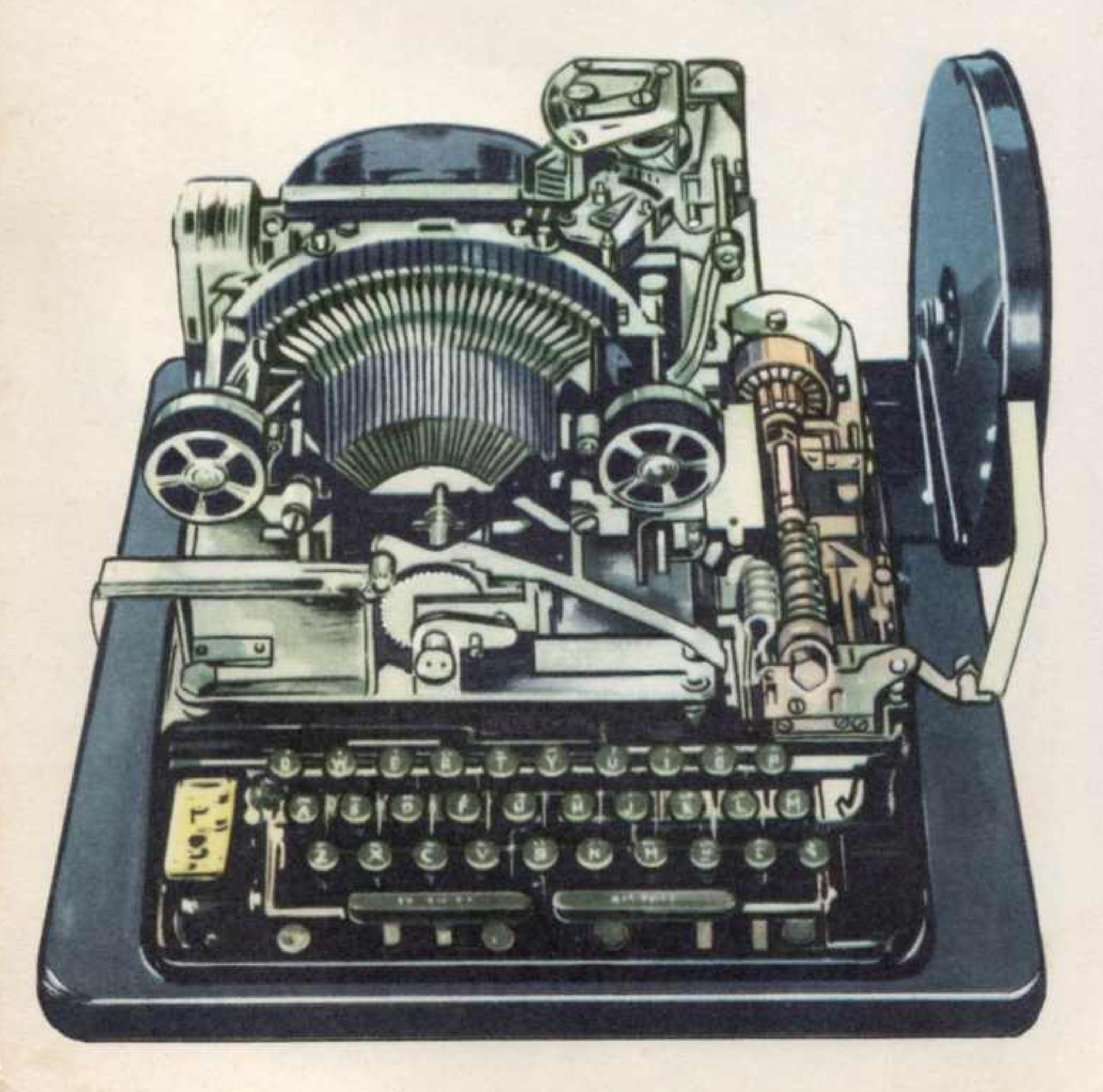
El cable está formado por un conductor, una funda aislante y un armazón. El conductor, llamado así porque "conduce" la corriente eléctrica, está formado por una cuerda de hilos de cobre; la funda aislante que tiene por objeto el impedir que se disperse la corriente eléctrica, está compuesta por una capa de gutapercha (savia de una planta tropical parecida al caucho); la armadura es una envoltura de hilos de acero y de cáñamo embreado. Los cables deben reposar sobre el fondo del mar. Varían de tipo según el fondo y la profundidad.

Hoy las noticias se propagan a gran velocidad de un continente a otro por medio del telégrafo y del teléfono. Pero para las comunicaciones telegráficas no se usa ya el viejo telégrafo Morse que transmitía 50 palabras por minuto en código. El Morse, poco a poco, ha sido substituido por el teletipo, que transmite 428 palabras por minuto, con un alfabeto corriente. El teletipo es como una máquina de escribir. Para comprender cómo funciona este moderno sistema de transmisión, imaginemos dos de estas máquinas, una transmisora y otra receptora, a cientos de kilómetros una de la otra, pero unidas por un extenso circuito eléctrico. Apenas en la máquina transmisora se mueve una palanca se pone en movimiento el motor de las dos. Presionando sobre las teclas se producen pulsaciones eléctricas que hacen que se muevan las mismas teclas en la máquina receptora. Por lo que en las dos máquinas se escribe al mismo tiempo.



Por el contrario, en las modernas centrales la selección es automática. El primero que imaginó un mecanismo que por sí solo pusiese en comunicación a los usuarios del teléfono, fue el norteamericano Strowger, en 1888.

Mecanismo de un teletipo: Los teletipos son máquinas con un teclado, con el que se escribe el mensaje, y una parte eléctrica que conecta al teletipo con la red telegráfica y transmite los impulsos correspondientes a cada letra. Pulsando una tecla se establece el contacto eléctrico y las letras quedan escritas al mismo tiempo en los aparatos transmisor y receptor.



EL MOTOR DE EXPLOSION

El fuego oculto

Hace 25.000 años que el hombre ya sabía encender el fuego, lo que podría inducirnos a creer que, al cabo de algunos siglos, fue capaz de encontrar varias formas de usarlo. Sin embargo, los diferentes modos de emplear el fuego no fueron descubiertos hasta mucho más tarde.

Una de las primeras e importantes aplicaciones del fuego, fue su empleo como arma ofensiva. Y la primera de estas armas fue, seguramente, una antorcha encendida lanzada contra una empalizada, para destruirla.

Tenemos que llegar a la civilización griega, cerca de mil años a. de J. C., para encontrar el empleo, en la guerra, de recipientes incendiarios llenos de minerales combustibles como el betún, el azufre o la nafta, el alquitrán o la resina. Con estos productos se preparaba una mezcla que era lanzada contra las construcciones enemigas.

El combustible líquido más eficaz de la antigüedad era el "fuego griego", que se cree fue descubierto por los bizantinos en el siglo VII. No se sabe exactamente de qué estaba compuesto, porque los bizantinos conservaron celosamente el s e c r e t o, pero el ingrediente principal era la nafta mezclada con aceite y metales pulverizados. Los marinos bizantinos lanzaban este fuego contra las naves enemigas por medio de un sifón formado por una bomba de bronce de cuya boca salía, proyectado con violencia, un chorro del líquido inflamado. Este sifón fue el antecesor del moderno fusil lanzallamas.

En tiempos remotos, un chino, cuyo nom-



Los bizantinos fueron los primeros en usar en la guerra una mezcla potente y mortífera, llamada «fuego griego».
ABAJO: Introducida esta mezcla en un tubo, el «sifón», era proyectada por un chorro de agua que al mismo tiempo la inflamaba.



En los asedios de las fortificaciones a fines de la Edad Media, la bombarda fue de gran utilidad. Con ella se podían lanzar gruesos proyectiles. La bombarda se usó hasta mediados del siglo XIX.

Sección de una bombarda: Parte anterior en la que se colocaba el proyectil de piedra, y parte posterior en la que se introducía la pólvora.

bre nos es desconocido, hizo un descubrimiento muy importante: mezclando polvo de azufre, de carbón vegetal y salitre, se obtenía un producto que, encendido por medio de una mecha, ardía en un recipiente cerrado generando una enorme cantidad de gas. El ingenioso chino anónimo había inventado lo que nosotros llamamos la pólvora, que arde sin estar en contacto con el aire, porque el salitre contiene una gran cantidad de oxígeno, uno de los componentes del aire, que hace posible la combustión.

Lógicamente, en aquellos tiempos, los chinos no comprendieron la causa que hacía que la mezcla ardiese, y no se explicaron por qué este gas, ejerciendo una fuerte pre-

Cañón de la época de Luis XIV. Arcabucero, pistola Colt y cañón moderno.

sión sobre las paredes del recipiente en el que se forma, lo hace estallar con gran fragor; por ello no lo emplearon en gran escala.

Primeramente lo usaron, sobre todo, para hacer fuegos artificiales que servían para "expulsar a los demonios"; más tarde construyeron potentes cohetes con los que aterrorizaban a sus enemigos y destruían sus campamentos.

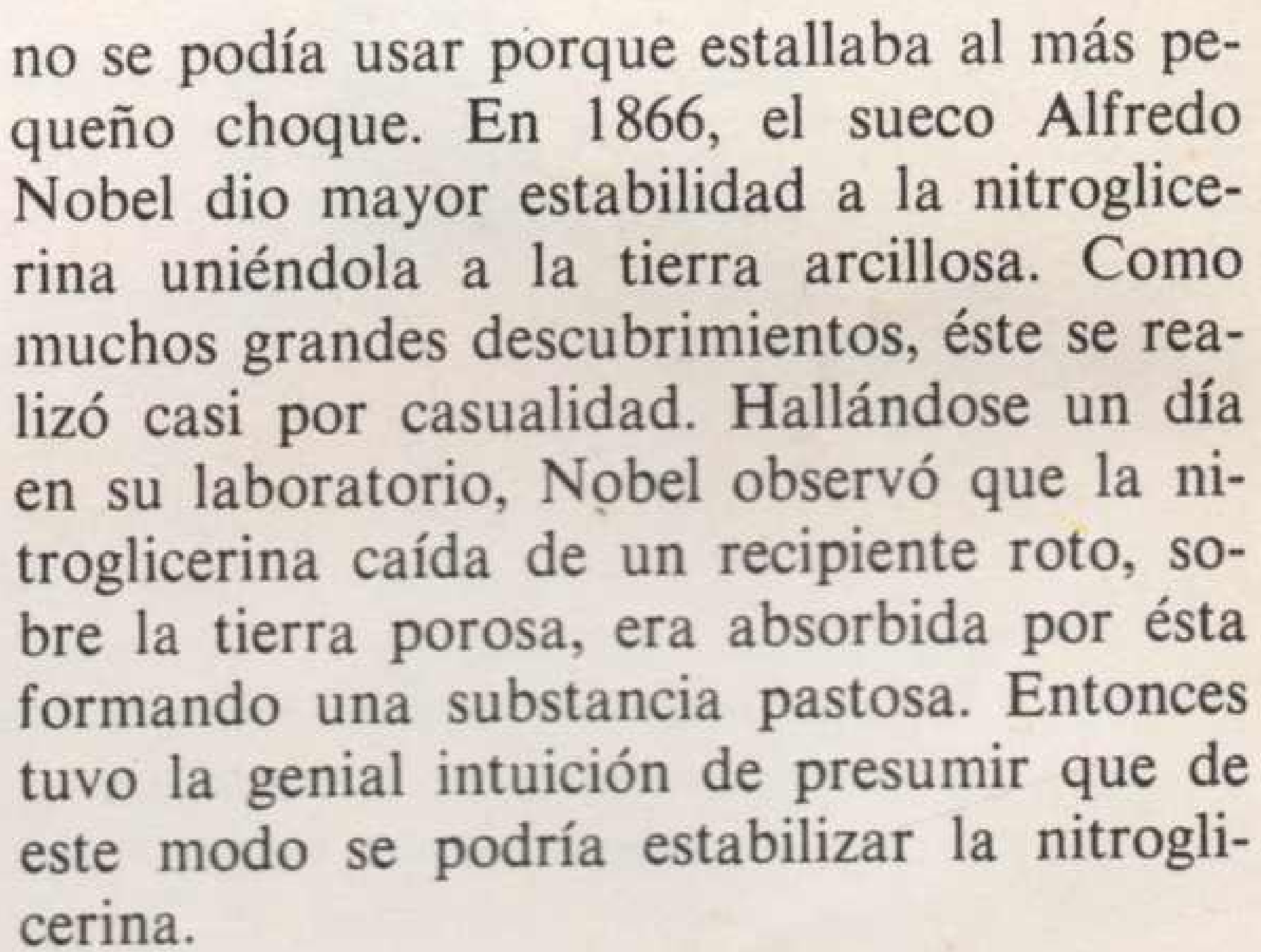
Hacia el siglo XIV se fabricó por primera vez la pólvora en Europa, y se empleó para lanzar bolas de piedra y de hierro por medio de bombardas y de cañones en los asedios de ciudades y castillos.

En el siglo XV se inventó el arcabuz, primera arma de fuego portátil disparada por mecha. Cuando la mecha se substituyó por el percutor, el arcabuz recibió el nombre de fusil.

En el siglo XVI se inventó la pistola, otra arma de fuego portátil, de cañón corto. Se cargaba lentamente y cada vez hacía un solo disparo. En 1850, el norteamericano Samuel Colt introdujo en la pistola un tambor giratorio con numerosos cartuchos, con el que se podían disparar varios tiros. A esta pistola se la llamó revólver.

En la primera mitad del siglo XIX se encontraron en Europa explosivos mucho más potentes que la vieja pólvora. En 1847, el químico italiano Ascanio Sobrero descubrió la nitroglicerina, un líquido oleaginoso, diez veces más potente que la pólvora, pero que

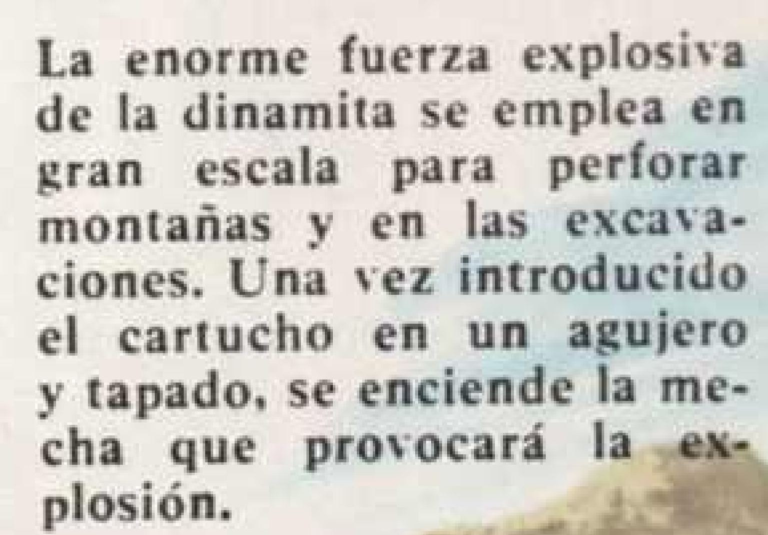
A Alfred Nobel se debe el descubrimiento de la dinamita. Este químico sueco obtuvo dicho explosivo mezclando, en 1866, nitroglicerina con «kieselguhr» o tierra fósil, que actúa como substancia absorbente.



no se podía usar porque estallaba al más pequeño choque. En 1866, el sueco Alfredo Nobel dio mayor estabilidad a la nitroglicerina uniéndola a la tierra arcillosa. Como muchos grandes descubrimientos, éste se realizó casi por casualidad. Hallándose un día en su laboratorio, Nobel observó que la nitroglicerina caída de un recipiente roto, sobre la tierra porosa, era absorbida por ésta formando una substancia pastosa. Entonces tuvo la genial intuición de presumir que de este modo se podría estabilizar la nitroglicerina.

Sus esperanzas fueron confirmadas en la práctica: la pasta sólo explotaba en la cápsula. Nobel llamó a este nuevo explosivo "di-





La enorme fuerza explosiva de la dinamita se emplea en gran escala para perforar montañas y en las excavaciones. Una vez introducido el cartucho en un agujero y tapado, se enciende la mecha que provocará la explosión.





Cerrada y comprimida, la pólvora produce gases que ejercen una gran presión. En 1673, el físico Huygens hizo el proyecto de una máquina funcionando a pólvora y aire, que creía podría ser empleada para mover vehículos de tierra, mar y aire. En el dibujo de la sección del modelo, vemos los momentos del funcionamiento de dicha máquina. En el primer dibujo, al explotar la pólvora se produce gas que empuja hacia arriba al émbolo y sale por las válvulas laterales. Luego, habiéndose creado el vacío por el escape del gas y por el cierre de las válvulas por presión exterior, el émbolo vuelve a bajar.

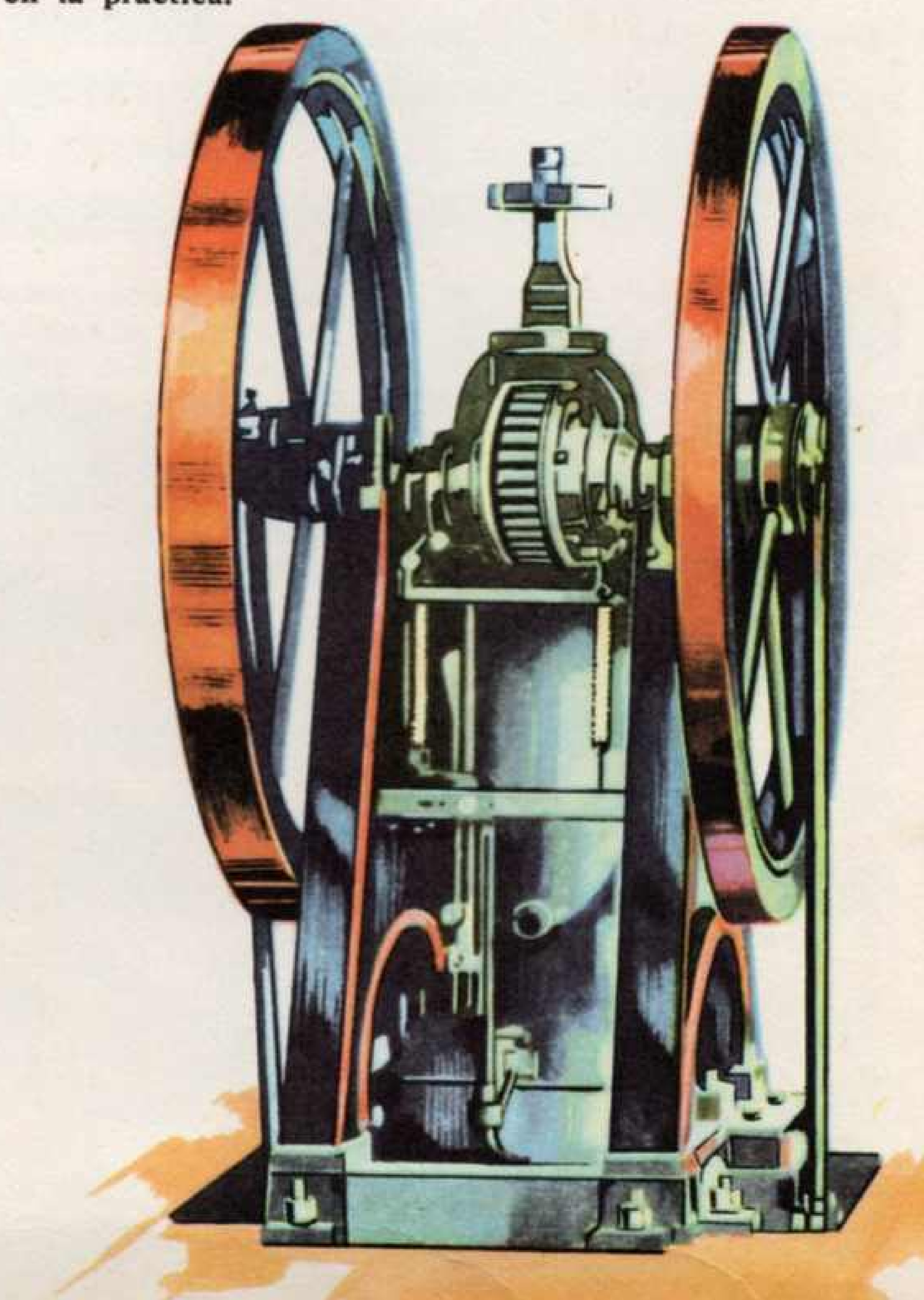
namita". La dinamita se empleó para abrir las galerías de las minas y en las canteras.

A mediados del siglo XIX se empleó por primera vez una nueva modalidad de "fuego oculto". Esto tuvo lugar con la invención del motor a combustión interna.

En el motor de vapor el fuego arde lejos del cilindro por cuyo interior discurre el émbolo; el agua se pone en ebullición en una caldera y el vapor es conducido a través de un tubo al cilindro donde se encuentra el émbolo. Sólo cuando el vapor caliente entra en el cilindro, el calor del fuego se transforma en energía. En el motor a combustión interna, por el contrario, el fuego arde en el mismo cilindro cerrado donde se mueve el pistón (el émbolo en este motor toma este nombre), y, ardiendo, transforma una pequeña cantidad de aceite mineral en una cantidad muy grande de gas con la que inmediatamente es el pistón empujado.

A fines del siglo XVIII, ingenieros como

En Italia, los físicos Barsanti y Matteucci inventaron, en 1854, el primer motor de explosión, que no tuvo éxito en la práctica.

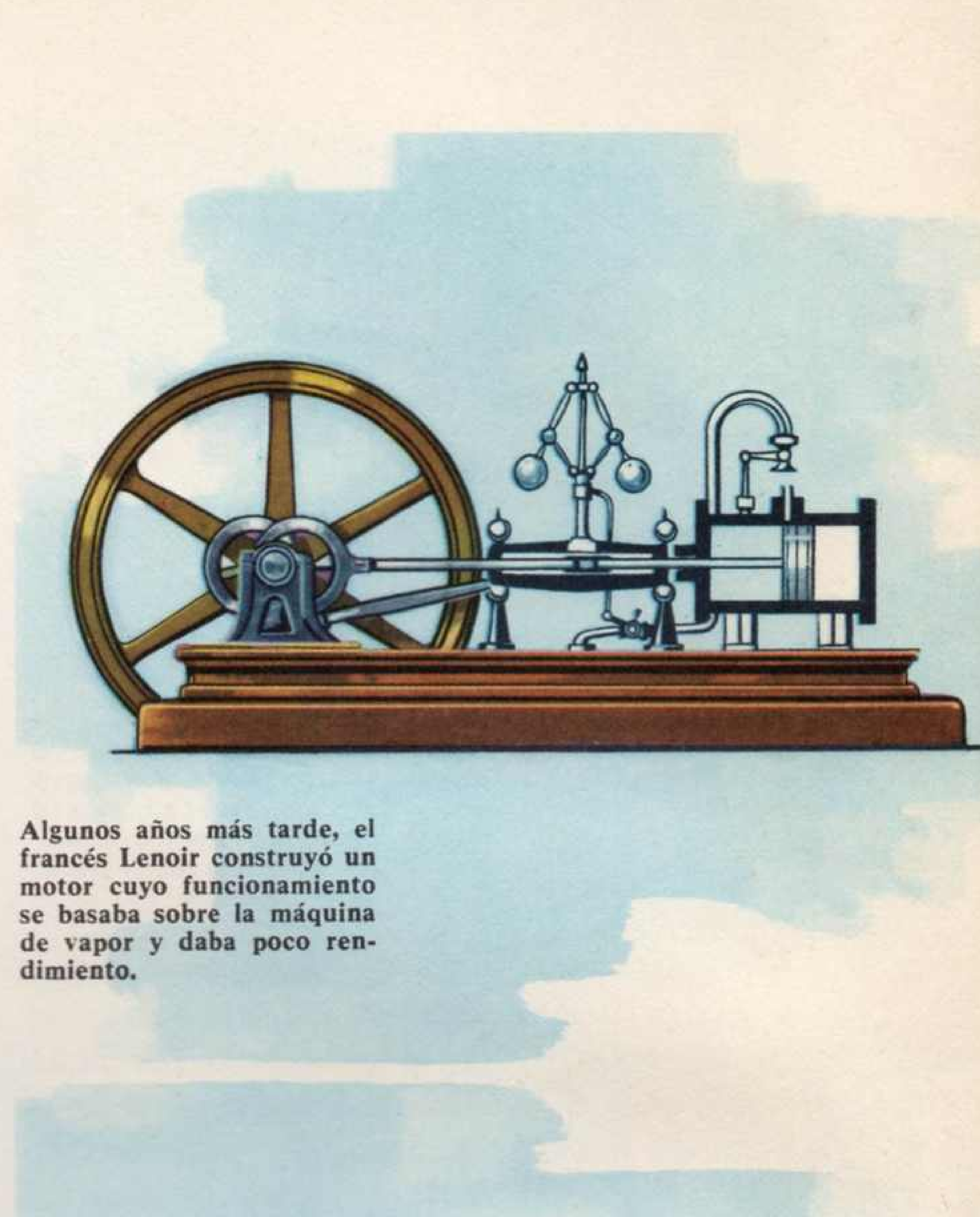


Watt, ya sabían que fabricar un motor a combustión interna, hubiese sido una cosa muy interesante, pero no fueron capaces de realizar esta idea por dos razones muy sencillas: no poseían un combustible que se pudiese encender en una fracción de segundo —como se enciende el combustible en el interior del cilindro del automóvil—, y si lo hubiesen tenido, no hubiesen sido capaces de prenderle fuego en un espacio cerrado.

Pero hacia la segunda mitad del siglo XIX todos estos problemas fueron resueltos. Se había conseguido obtener combustibles altamente inflamables (bencina), de las entrañas de la tierra, y los acumuladores (instrumentos para almacenar la energía eléctrica), proporcionaban un medio perfecto y rápido para producir una chispa en el interior de un espacio cerrado.

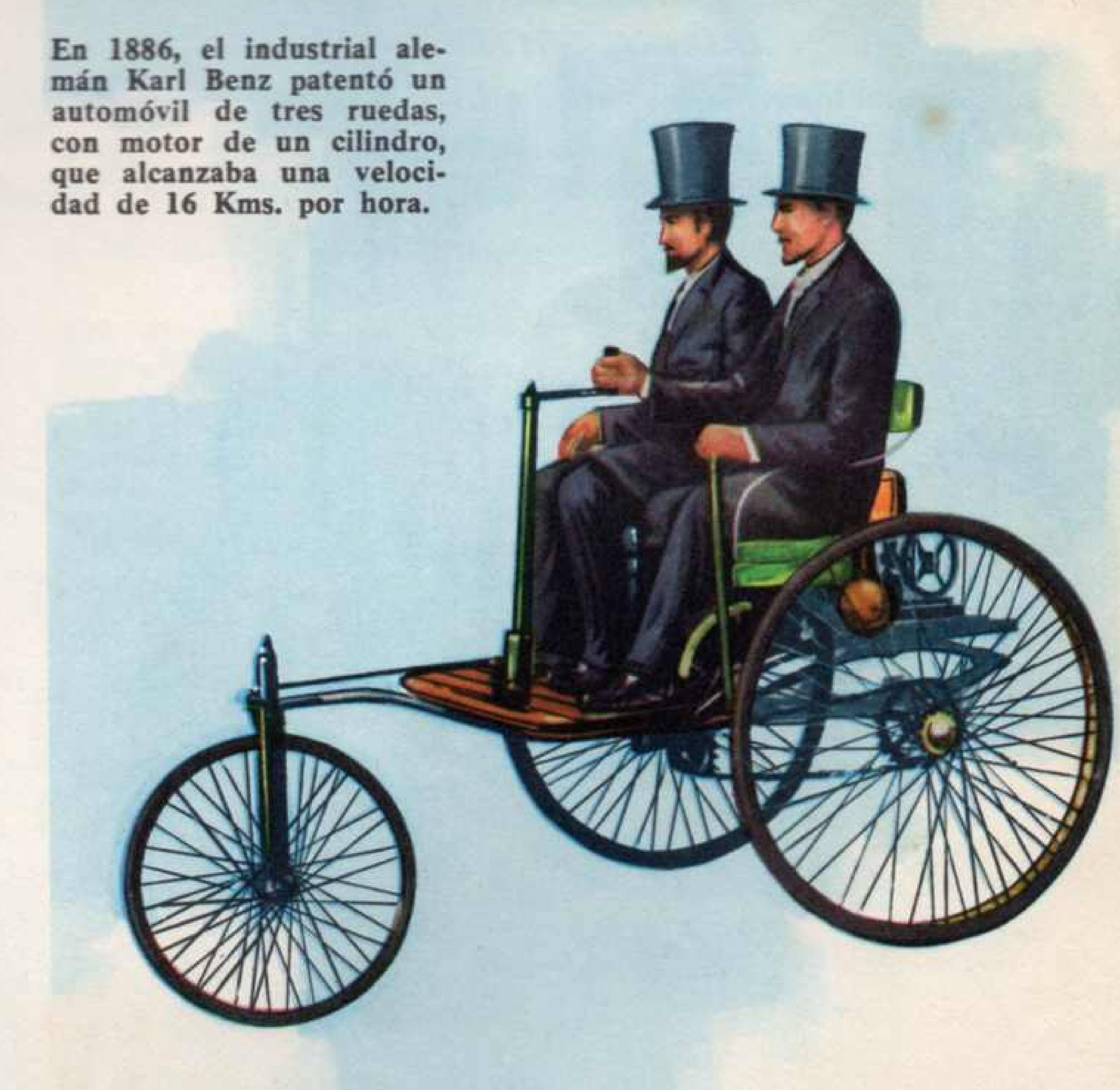
Como sucede siempre, también el motor a combustión interna ha sido el fruto de pruebas y experiencias. El primer motor de este género, que realmente funcionó, fue el construido y patentado por Barsanti y Matteucci, en 1854. Se trataba de un motor vertical con pistón libre que funcionaba a gas: cuando en el cilindro explotaba una mezcla de aire y de gas encendido, el pistón era proyectado hacia arriba; luego, debido a la depresión creada por el movimiento de salida del pistón, y por efecto de la fuerza de gravedad, el pistón descendía. Este estaba conectado con un asta dentada y con una ruedecilla que transmitía el movimiento al árbol de la máquina. La producción industrial de este motor "de explosión" —encargada a una fábrica de Lieja—, fue interrumpida por la muerte, en Bélgica, de su principal inventor, Barsanti. Más tarde, la máquina de Barsanti-Matteucci sufrió varias modificaciones, sobre todo por parte de los franceses Lenoir y Beau de Rochas, y del alemán Otto.

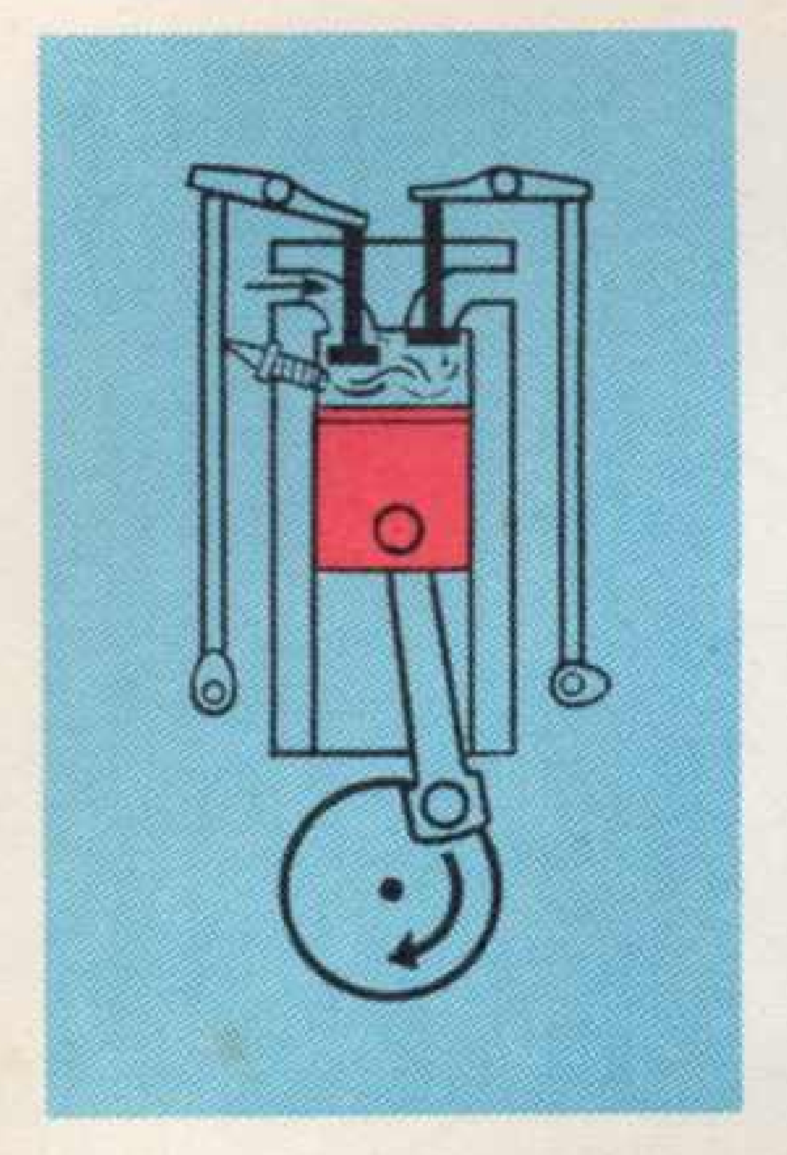
En 1860, Jean Lenoir construyó un motor semejante al de Barsanti, pero con doble acción, porque la expansión del gas actuaba alternativamente sobre el pistón de la derecha y el de la izquierda. Este motor tuvo una gran difusión. Pero poco después, en 1862,

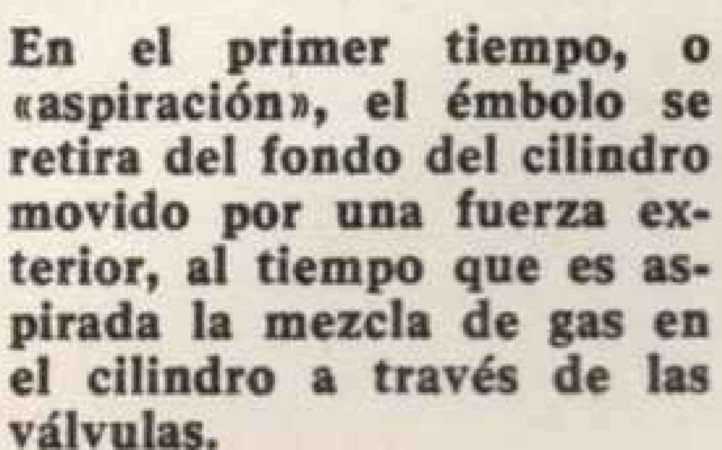


Algunos años más tarde, el francés Lenoir construyó un motor cuyo funcionamiento se basaba sobre la máquina de vapor y daba poco rendimiento.

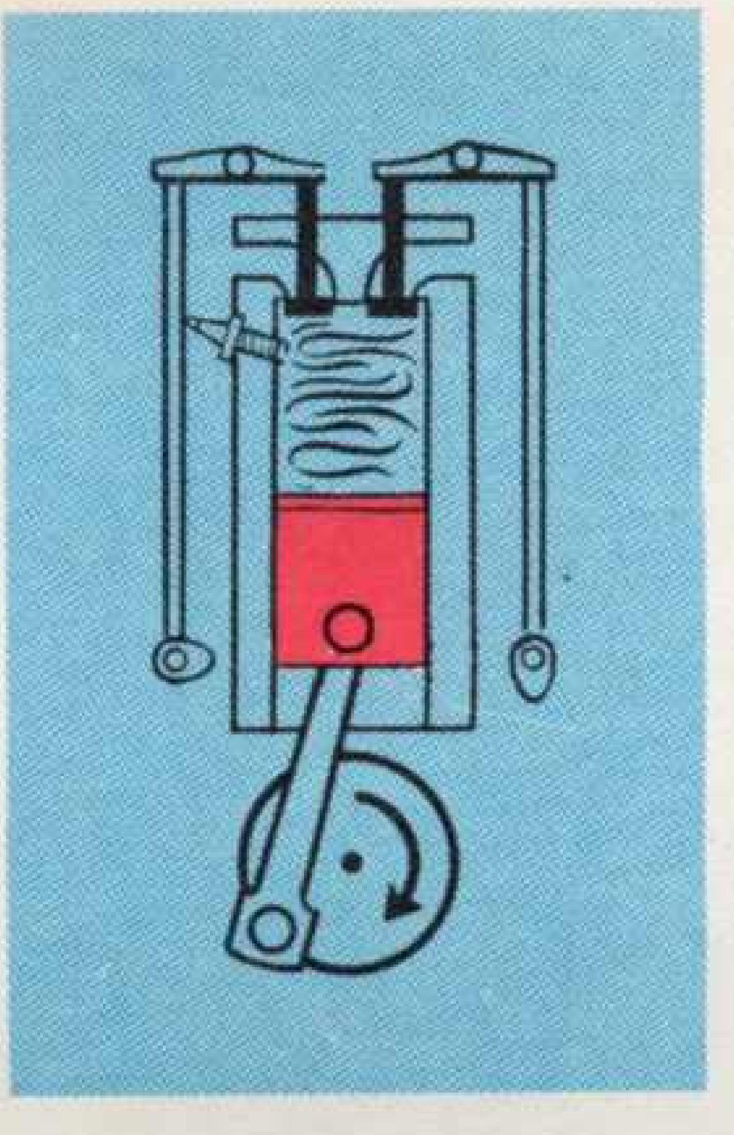
En 1886, el industrial alemán Karl Benz patentó un automóvil de tres ruedas, con motor de un cilindro, que alcanzaba una velocidad de 16 Kms. por hora.



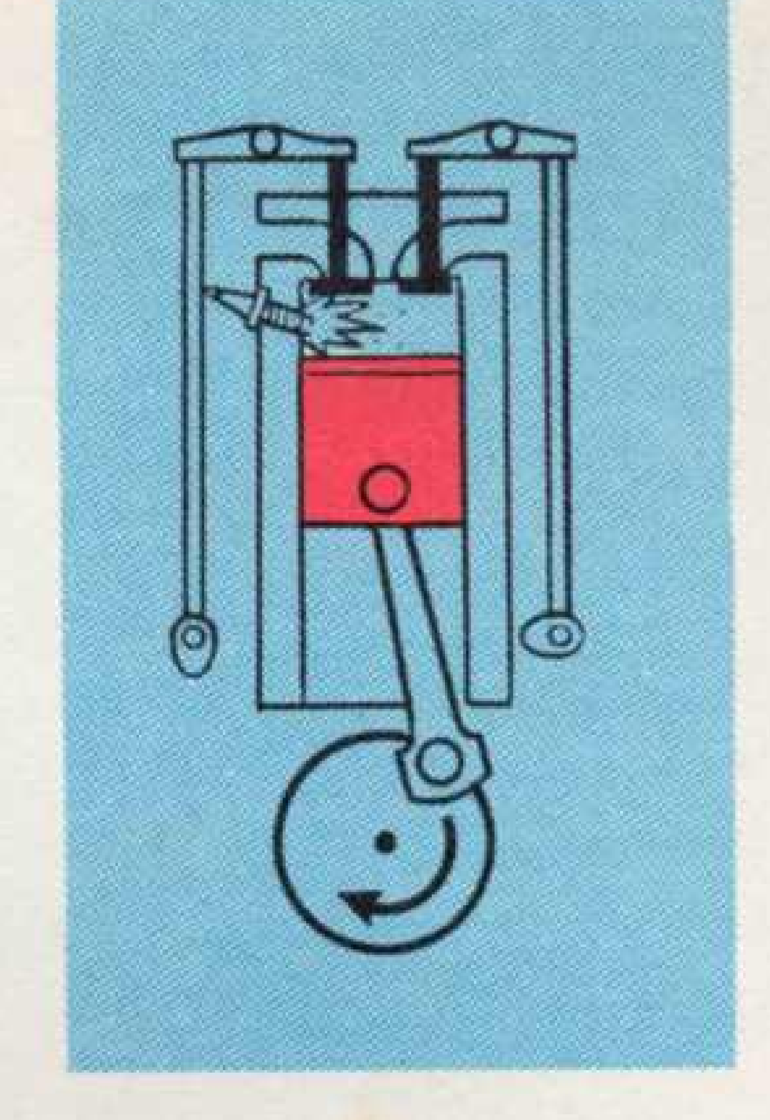




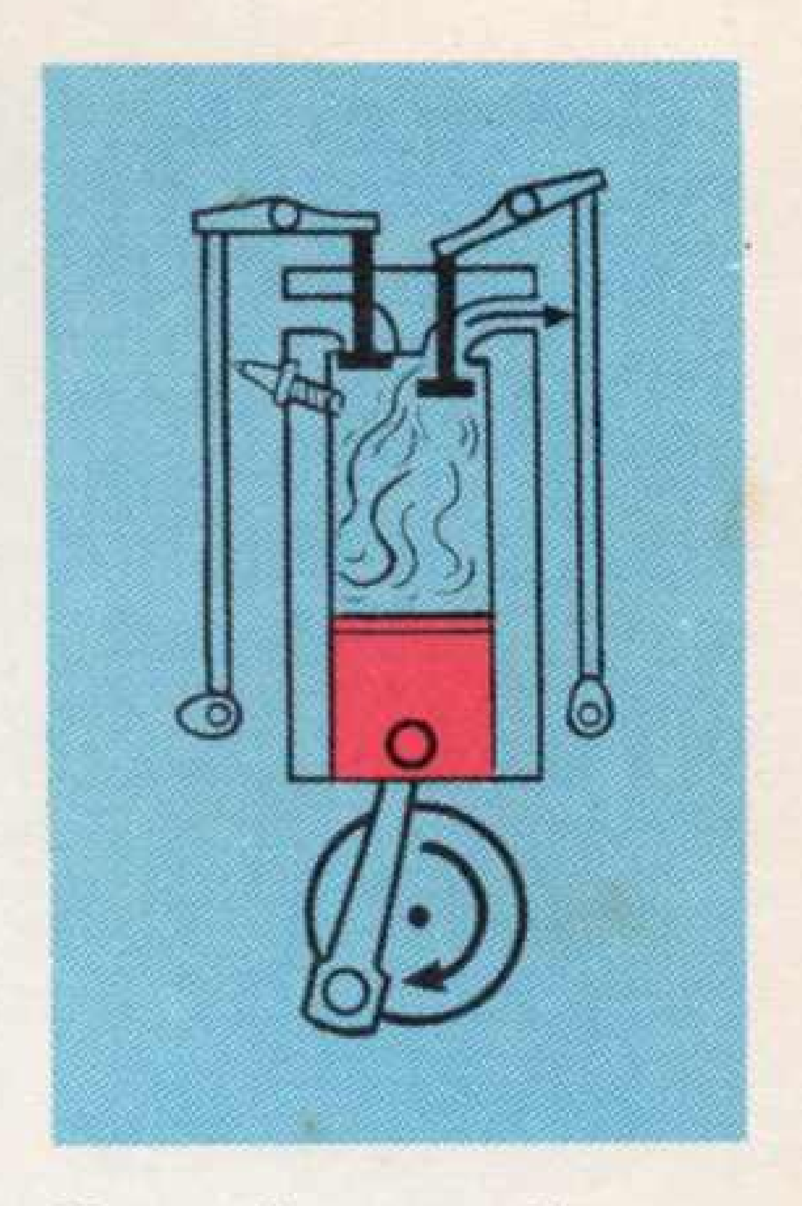
En el primer tiempo, o «aspiración», el émbolo se retira del fondo del cilindro movido por una fuerza exterior, al tiempo que es aspirada la mezcla de gas en el cilindro a través de las válvulas.



En el segundo tiempo o «compresión», las dos válvulas se cierran y el émbolo, por una fuerza exterior, vuelve a avanzar y comprime la mezcla en la cámara de compresión.



En el tercer tiempo o «explosión», una chispa eléctrica, producida por una magneto, hace explotar la mezcla, produciendo una fuerte presión que empuja el émbolo y genera la fuerza.

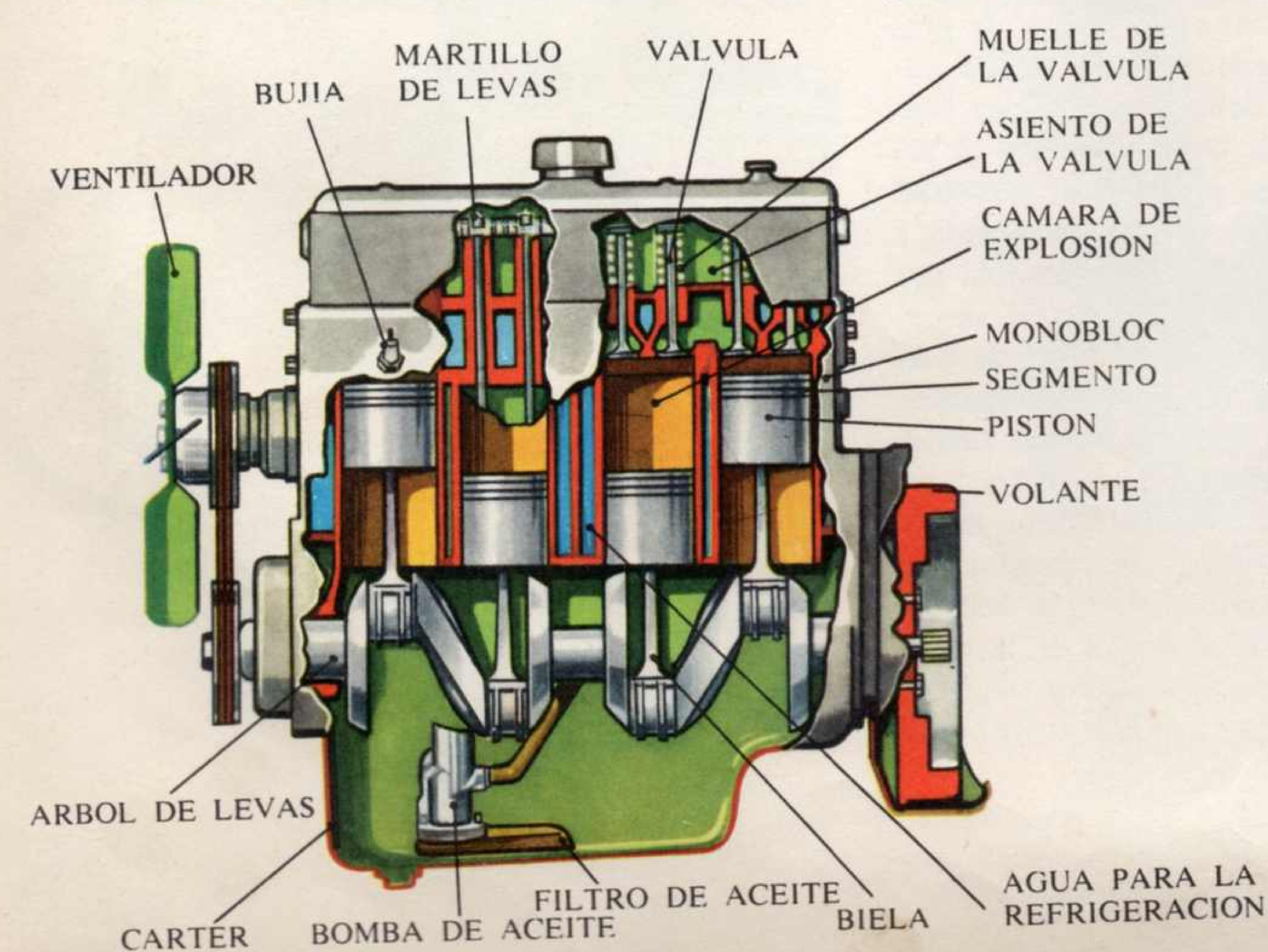


Y en el cuarto tiempo o «expulsión», se abre la válvula y el émbolo, volviendo hacia el fondo del cilindro expulsa los productos de la combustión.

Alphonse Beau de Rochas imaginó el motor a cuatro tiempos que se emplea hasta hoy en los automóviles, y que luego fue construido por el ingeniero alemán August Otto. Beau de Rochas estableció también las cuatro condiciones esenciales para obtener un buen rendimiento del motor: son las siguientes: máximo volumen del cilindro y mínima superficie de enfriamiento, máxima capacidad de expansión, máximo rendimiento de compresión, y máxima presión inicial de la mezcla inflamable.

El motor construido por Otto en 1876, es un motor a cuatro tiempos en el que el pistón realiza cuatro movimientos. Veamos cómo funciona:

1.er tiempo: aspiración. La mezcla de aire y bencina (pulverizada esta última en gotas microscópicas) es aspirada al cilindro —a través de una válvula abierta—, por el pistón que desciende. 2.º tiempo: compresión. El pistón vuelve a subir y comprime la mezcla. 3.er tiempo: explosión. En cuanto el pistón ha alcanzado el punto más alto de su



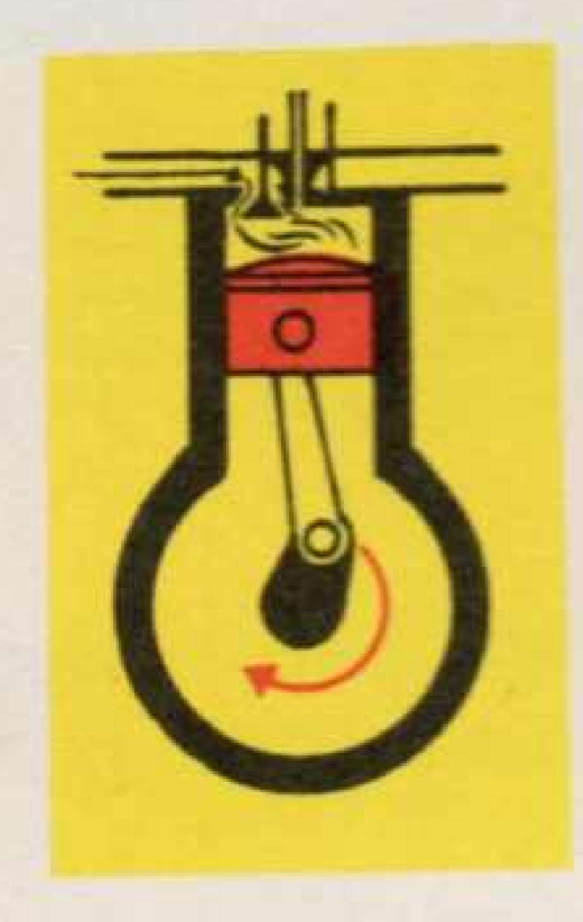
El movimiento vertical de los émbolos, debido a la explosión del gas en los cilindros, produce un impulso que por medio de las bielas comunican el movimiento al árbol del motor, que trasmite su movimiento rotatorio a las ruedas motrices. El bloque del motor es lubricado constantemente con aceite, y para impedir que se caliente de modo excesivo existe una instalación especial de refrigeración que puede ser de agua o de aire. Otros numerosos órganos, como la instalación eléctrica, las bujías, el carburador y las válvulas, regulan su funcionamiento.

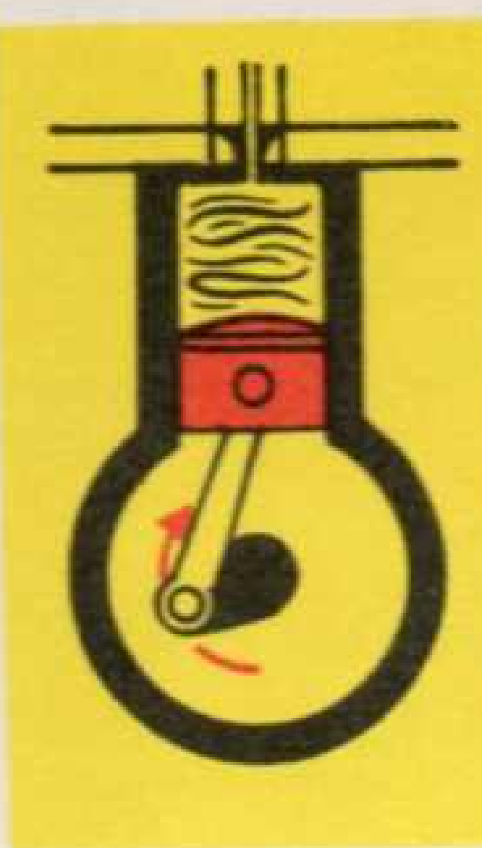
movimiento, la "bujía", de acero, atornillada en la parte superior del cilindro, produce una chispa, la mezcla explota y empuja hacia abajo al pistón. 4.° tiempo: expulsión. La válvula se abre y el pistón se encuentra en disposición de recomenzar su ciclo y aspirar una nueva mezcla.

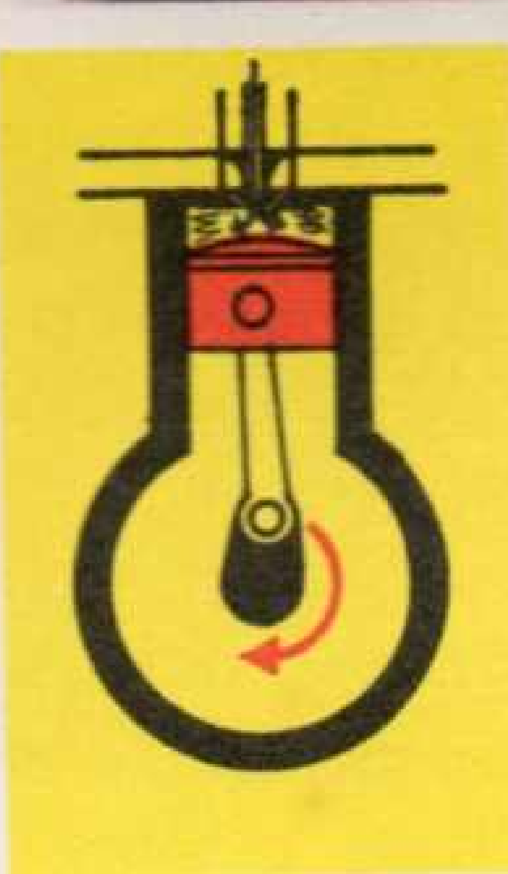
En 1878 el inglés Klerc imaginó y construyó el primer motor a dos tiempos, en el que las operaciones que hemos expuesto se verifican sólo con dos movimientos del émbolo. Este motor consumía mucho carburante, pero en compensación producía mucha energía y, además, era sencillo y ligero. Hoy el motor a dos tiempos se emplea, sobre todo, en las motocicletas.

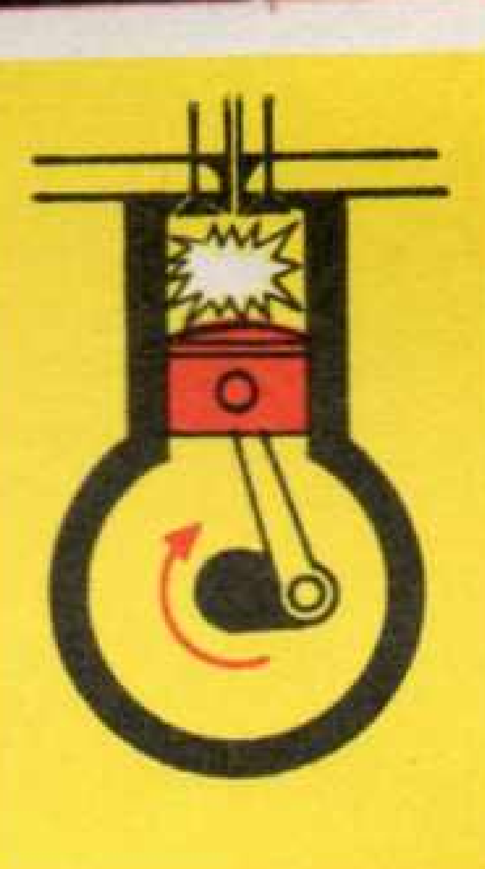
Tras cuatro años de tentativas y de experiencias, en 1892, el alemán Rudolf Diesel consiguió patentar el motor que lleva su

Primer motor Diesel construido por su autor, en 1839.







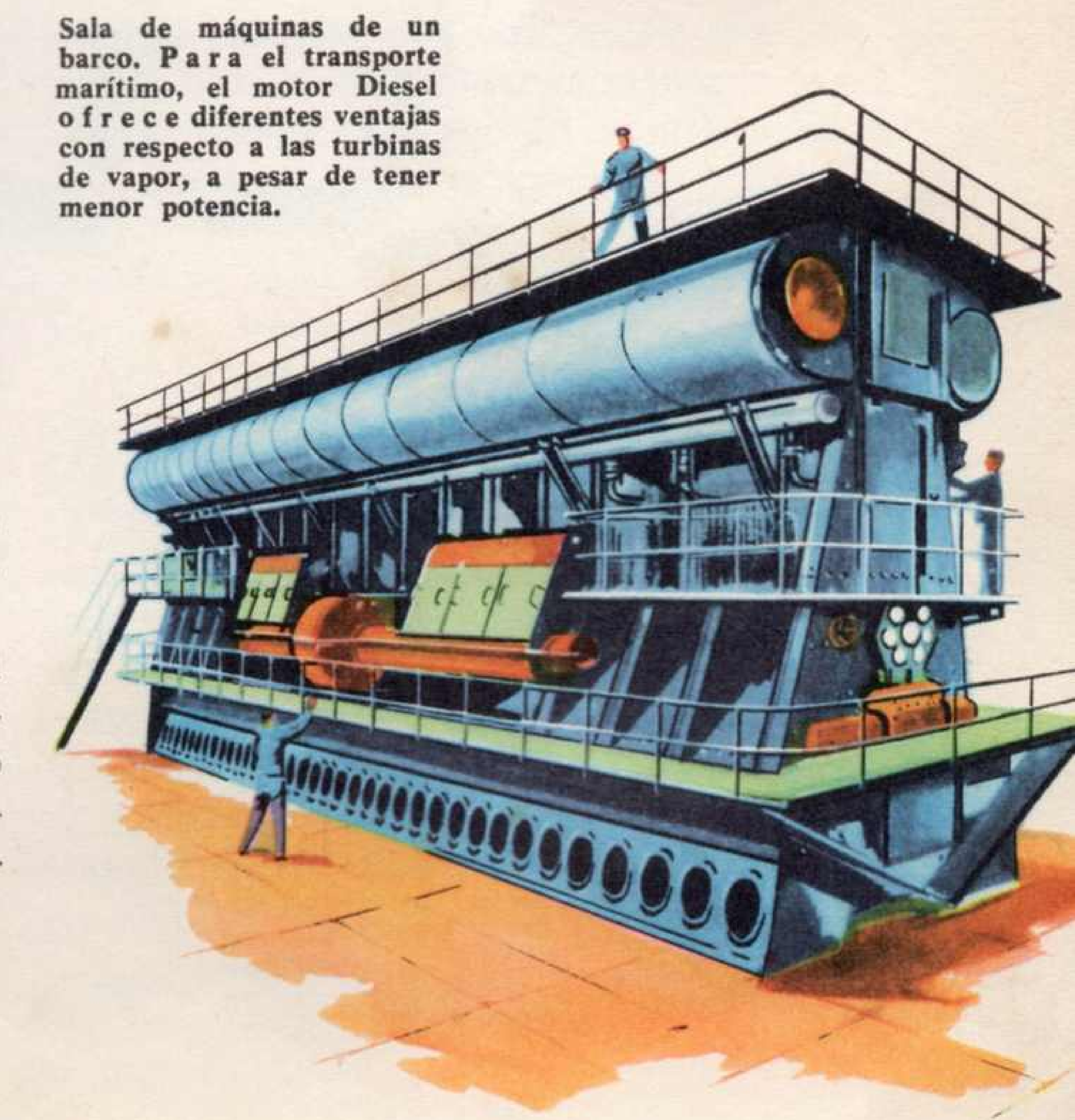




En el motor Diesel la mezcla carburante es sustituida por aire que, comprimido hasta alcanzar una alta temperatura, provoca el encendido espontáneo del combustible, introducido en la cámara de combustión por unas bombas llamadas «inyectores». De este modo se elimina la bujía para el encendido del carburante.

nombre. Veamos cómo funciona este motor: el pistón aspira en el cilindro aire puro y lo comprime tanto que, éste, como todo gas cuando es comprimido, se calienta grandemente; en este momento se inyecta en el cilindro el combustible líquido, que en contacto con el aire se incendia inmediatamente sin necesidad de bujía. Los gases provocados por la combustión empujan el pistón hacia abajo. Cuando éste sube, el gas se expulsa por medio de válvulas adecuadas y entra aire nuevo, repitiéndose otra vez la misma operación.

Con relación al motor de explosión, el motor Diesel presenta estas nuevas características: 1) el pistón aspira en el cilindro, no aire más mezcla, sino aire puro; 2) se elimina la bujía; 3) el aire, bajo presión, al-



Sala de máquinas de un barco. Para el transporte marítimo, el motor Diesel ofrece diferentes ventajas con respecto a las turbinas de vapor, a pesar de tener menor potencia.

canza una temperatura tan elevada (hasta 500º), que se pueden quemar aceites minerales menos refinados que la bencina. De ello el menor coste de este motor y su mayor seguridad, porque los combustibles empleados son menos volátiles que la bencina y, por lo tanto, menos inflamables. Desde 1900 el motor Diesel se ha aplicado en todos los campos de la industria: en las centrales eléctricas, en la navegación marítima y aérea y en los ferrocarriles.

En este otro coche, un descapotable de 1904, las ruedas tienen la misma altura, el volante ha substituido al manubrio y los asientos son todavía altos, pero en su conjunto el aspecto es bastante moderno.

Estos viejos automóviles que ahora nos hace sonreír, representaban a fines del siglo XIX y comienzos del XX, el símbolo del progreso. El coche de la parte superior es de 1894; el motor estaba sostenido por una estructura de acero o de madera.

Nadie puede decir con precisión cuándo nació el primer automóvil. En el siglo XIX se construyeron en Europa gran número de vehículos movidos por el vapor, la bencina y la electricidad.

El francés Jean Lenoir, del que ya hemos hablado, fue el primero que aplicó a uno de estos vehículos el motor de explosión por él construido y que era movido por gas del alumbrado. Este "automóvil" tenía una velocidad de 12 Km. por hora.

El primero que empleó la bencina como carburante en un motor de automóvil de tipo Otto, fue el alemán Karl Friedrich Benz, en 1885. Otro alemán, Gottlieb Daimler, fundó, en 1890, la fábrica de automóviles "Daimler", que se unió en 1926 con la fábrica Benz, y comenzó a construir el automóvil "Mercedes", que aún se viene fabricando. En 1896, el norteamericano Ford creó el primer coche utilitario de la historia, el famoso "modelo T".

De este modo, el automóvil, que hasta entonces había sido un instrumento de diversión para los ricos, se difundió entre las clases populares. Poco a poco el automóvil fue modificándose y haciéndose más práctico y cómodo. La durísima goma de las ruedas es substituida por neumáticos, la cabina del conductor se cubre y la carrocería adquiere continuamente formas más elegantes.



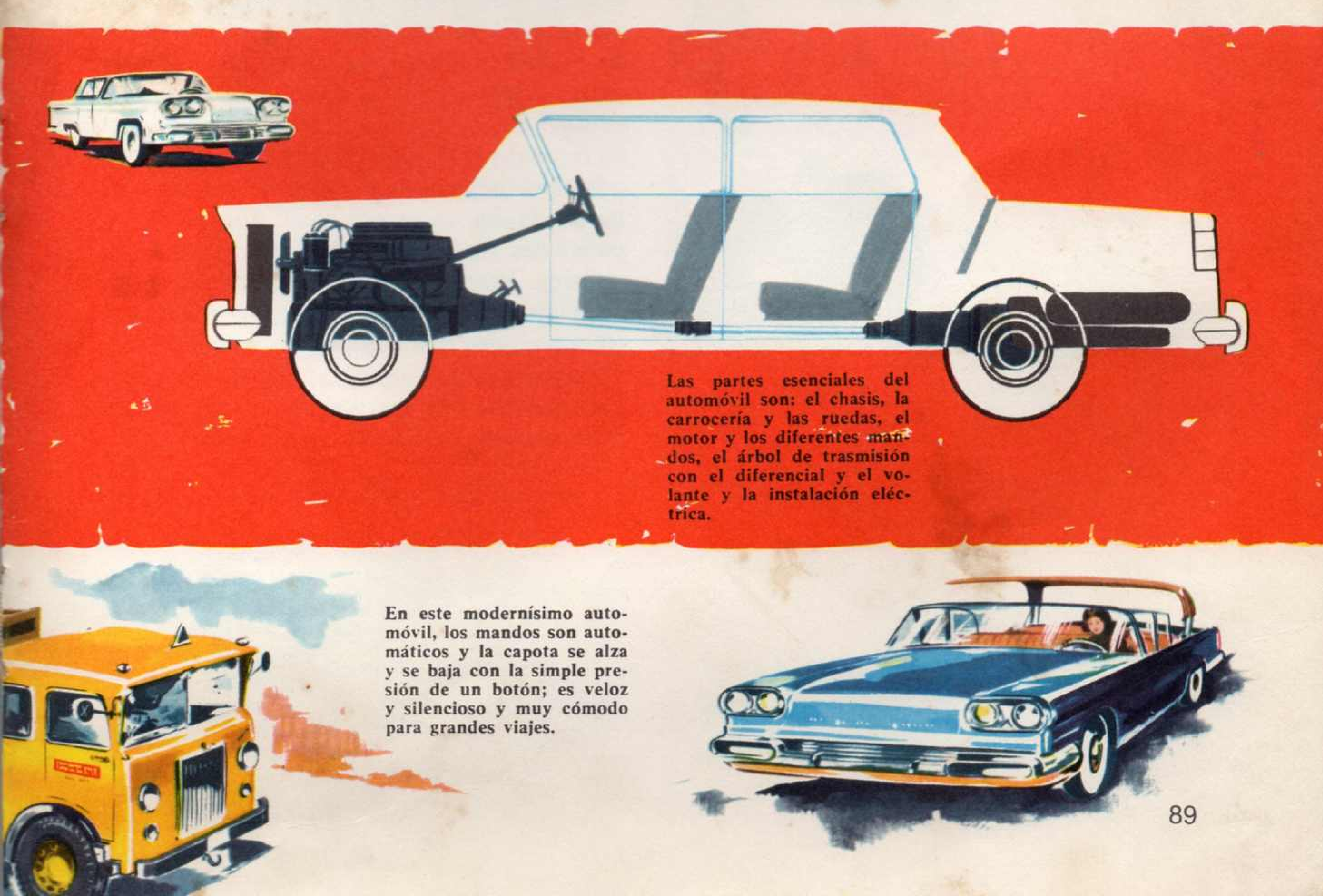
Para el transporte de mercancías, en gran cantidad, se emplean grandes vehículos constituidos por una cabina y un enorme remolque que se apoya sobre numerosas ruedas apareadas.

La mayor parte de los automóviles modernos están formados por estos seis elementos: el chasis, que soporta todas las partes del vehículo; el motor; la transmisión, es decir, el conjunto de medios con los que el movimiento del motor es transmitido a las ruedas; la instalación eléctrica, que da contacto y pone en marcha el motor, ilumina calles y carreteras y el interior del automóvil, y hace funcionar las señales de maniobra; los mandos, con los que el conductor guía el coche; y la carrocería que aloja al viajero y lleva la carga.

El automóvil que presenta la más refinada comodidad, es el modelo construido por la casa Ford y expuesto en el Salón Internacional de Nueva York, el 22 de abril de 1964. Es un modelo al que se ha dado el nombre de Aurora. El coche, dotado de aire acondicionado, se divide en tres partes. En la primera, reservada para el conductor, se encuentra un dispositivo con todos los instrumentos que se puedan necesitar. El asiento que hay junto al que conduce, puede girar sobre sí mismo, con lo que el que está sentado en él puede hablar con las personas que se encuentran en la segunda parte del coche. Esta segunda parte está formada por un diván semicircular provisto de bar-frigorífico, radio, televisión y tocadiscos. Y en la tercera parte, con pavimento y paredes de espuma de goma, pueden jugar los niños.

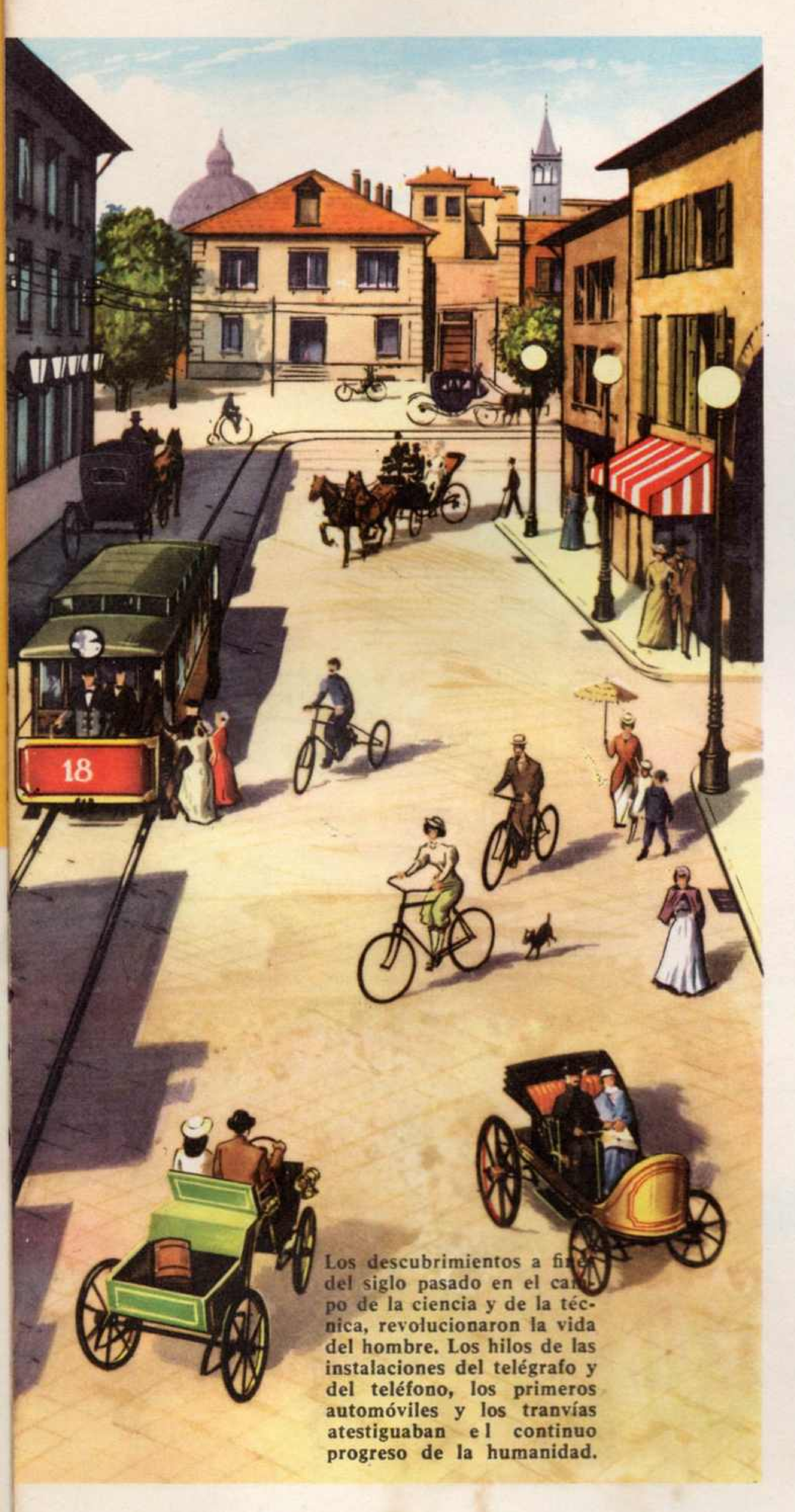
Todavía hoy se pueden ver viejos autobuses, como el de la parte superior de la ilustración, empleados en vías secundarias. En los lujosos Pullman, como el de la parte inferior, se pueden hacer largos y cómodos viajes.

Hoy se da al color del automóvil una importancia particular, porque puede contribuir a evitar accidentes. Se ha comprobado que los colores más "seguros" son el rojo



Las partes esenciales del automóvil son: el chasis, la carrocería y las ruedas, el motor y los diferentes mandos, el árbol de trasmisión con el diferencial y el volante y la instalación eléctrica.

En este modernísimo automóvil, los mandos son automáticos y la capota se alza y se baja con la simple presión de un botón; es veloz y silencioso y muy cómodo para grandes viajes.



Los descubrimientos a fines del siglo pasado en el campo de la ciencia y de la técnica, revolucionaron la vida del hombre. Los hilos de las instalaciones del telégrafo y del teléfono, los primeros automóviles y los tranvías atestiguaban el continuo progreso de la humanidad.

claro, el verde claro, el azul claro y el amarillo verde.

Si consideramos la vida del hombre en los países civilizados hacia fines del ochocientos, vemos qué cambios tan grandes ha sufrido en menos de un siglo. Han surgido grandes industrias que han puesto a disposición de todo el mundo productos de amplio consumo. Los ferrocarriles han dado la posibilidad de viajar a los hombres de todas las condiciones sociales y facilitado un rápido intercambio de productos y mercancías.

Se ha descubierto la electricidad, una de las mayores conquistas del hombre, que abrió el camino a innumerables aplicaciones. Con el desarrollo del telégrafo y del teléfono se abolieron las distancias: cualquiera podía obtener rápidamente y de cualquier parte noticias de personas queridas y sobre importantes sucesos.

Imaginemos la vida en una de nuestras ciudades a fines del siglo pasado. Las altas chimeneas de las fábricas se perfilan ya contra el cielo, en la periferia de los grandes centros industriales. Por las calles, iluminadas por los faroles y cruzadas por los hilos de las líneas telefónicas y eléctricas, comenzaban tímidamente a circular los primeros automóviles y tranvías. A través de la campiña resonaba el silbido agudo de los trenes, que cruzaban dejando tras de sí el penacho de humo de sus locomotoras, y vertían en las estaciones de las ciudades gran número de viajeros. Pero inútilmente buscaremos en el cielo un aeroplano; en las casas no encontraremos aparatos receptores de radio, televisores y tantos otros aparatos electrodomésticos que hoy nos son familiares, porque forman parte de nuestra vida cotidiana.

Indice analítico

A

B

C

CH

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

